

Gleitsmann, K. H.

Article — Digitized Version

Einwirkungen der Luftfahrttechnik auf die Gesamttechnik

Wirtschaftsdienst

Suggested Citation: Gleitsmann, K. H. (1960) : Einwirkungen der Luftfahrttechnik auf die Gesamttechnik, Wirtschaftsdienst, ISSN 0043-6275, Verlag Weltarchiv, Hamburg, Vol. 40, Iss. 4, pp. 207-213

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/132950>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

Einwirkungen der Luftfahrttechnik auf die Gesamttechnik

Dipl.-Ing. K. H. Gleitsmann, Hannover

In Hannover findet während der Dauer der Deutschen Industrie-Messe (24. April bis 3. Mai) auf dem Flughafen Hannover-Langenhagen eine vom Bundesverband der Deutschen Luftfahrtindustrie e. V. ausgerichtete Luftfahrtschau statt. Sie wird zum 3. Male durchgeführt. In diesem Jahr nimmt sie schon einen respektablen Umfang an. Vor allen Dingen ist der Zugang von bekannten ausländischen Werken bemerkenswert. Das Stattfinden der Schau soll der Anlaß sein, einmal aufzuzeigen, inwieweit die Luftfahrttechnik andere technische Zweige entwicklungs-technisch zu befruchten vermochte.

Als es vor einigen Jahren darum ging, in bescheidenem Maße eine deutsche Luftfahrtindustrie wieder aufzubauen, wurde von den Initiatoren dieser Entwicklung immer wieder das Argument vorgebracht, eine deutsche Luftfahrtindustrie müsse schon deshalb wieder erstehen, weil die technische Befruchtung, die von einer Luftfahrtindustrie auf andere technische Zweige in einem Lande ausstrahle, beachtlich und für die Entwicklung des technischen Gesamtstandards dieses Landes von außerordentlicher Bedeutung sei. Daß es sich in der Tat so verhält, soll an einigen Beispielen erläutert werden.

TECHNISCHE FORDERUNGEN

Bei einem Flugzeug handelt es sich um ein Gebilde schwerer als Luft, das bei möglichst niedrigem Eigengewicht eine hohe Zuladung tragen soll, das bei wirtschaftlicher Antriebsleistung möglichst schnell, möglichst hoch und möglichst weit fliegen kann, das dabei ein möglichst günstiges Verhältnis von Höchstgeschwindigkeit zu Landegeschwindigkeit zum Zwecke der einfachen Handhabung am Boden aufweisen soll, das leicht zu fliegen sein soll in allen Klimaten, bei allen Wetterverhältnissen, bei Tag und bei Nacht. Es muß in allen seinen Teilen absolut funktionssicher sein, da von seiner Funktionssicherheit — mehr noch als bei vielen anderen technischen Erzeugnissen — die Sicherheit von Mensch und Maschine abhängt.

Alle diese Forderungen haben zur Schaffung eines technisch sehr komplizierten Gebildes geführt, wenn man etwa an die Hochleistungs-Verkehrsflugzeuge denkt. Die Kompliziertheit bezieht sich auch auf die funktentechnischen, elektronischen, elektrischen und instrumentellen Ausrüstungen, die notwendig sind, um das sich mit relativ hoher Geschwindigkeit bei der Landung dem Boden nähernde Gebilde auch bei schwierigen Wetterbedingungen sicher an den Boden heranzubringen und aufzusetzen, es aber auch im Blindflug in stabiler Fluglage auf genauer Höhe und genauem Kurs halten. Das Schnellfliegen stellt besondere motorische Aufgaben, das Hochfliegen stellt besondere festigkeitstechnische Aufgaben, die sich aus dem häufigen Druckwechsel ergeben, denen der als

Druckkabine ausgebildete Flugzeugrumpf bei der Bewegung durch die verschiedenen Höhenbezirke bis zum Erreichen der Reiseflughöhe und zurück im Verlaufe der Einsatzjahre ausgesetzt ist.

Eine Vielzahl von Entwicklungsfaktoren können aufgeführt werden, die das moderne Hochleistungsflugzeug zum Spitzenprodukt der Technik gemacht haben. Ein solches Spitzenprodukt ist z. B. eines der neuen Düsenverkehrsflugzeugmuster, das fast 150 Tonnen Fluggewicht aufweist und mit einer Spitzengeschwindigkeit von fast 1 000 km/h fast 150 Passagiere in rund 7 Stunden in 11 000 m Höhe absolut vibrationsfrei (auf Grund der Verwendung von Düsentriebwerken) von Europa nach der Ostküste der USA befördern und damit eine Tonnenkilometer-Leistung erreichen kann, die sich — auf den jährlichen Einsatz bezogen — mit derjenigen eines Transatlantik-Schnelldampfers messen kann.

ENTWICKLUNG VON BAUTEILEN

Grundprinzip bei der Entwicklung von Flugzeugbauteilen ist, daß sie bei vorgegebener Festigkeit so leicht wie möglich sind. Diese Forderung führte im Flugzeugbau zur Verwendung des Aluminiums und seiner Legierungen, eines Werkstoffes, der gute Festigkeitswerte bei geringem spezifischen Gewicht aufweist, ein Schritt, den Hugo Junkers unternahm. Wie weit haben seitdem das Aluminium und seine Legierungen Eingang in andere technische Bereiche gefunden! Man denke z. B. an den Waggonbau, den Omnibusbau, den Schiffbau (Aufbauten), den Hochbau. Der Flugzeugbau betrieb die Entwicklung und Herstellung hochwertiger Aluminiumprofile etwa für die Gurte von Flügelholmen. Die Aluminiumindustrie kam von hier aus später zur Entwicklung von Profilen für Fenster und andere Bauelemente im Bauwesen. Der Maschinenbau stellte für die Herstellung solcher Profile die geeigneten Maschinen zur Verfügung.

Zur größtmöglichen Ausnutzung des Werkstoffes Aluminium mit dem Ziel des geringsten Werkstoffaufwandes wurden besondere gewichtsparende Bauweisen entwickelt. Hier setzte die Arbeit der Mathematiker ein, die besondere Berechnungsverfahren für

gewichtssparende Konstruktionen schufen. Genannt sei z. B. die Schalenbauweise. Als Schale bezeichnet man einen Baukörper, bei dem alle kraftübertragenden Teile in die äußere Zone verlegt sind, in die äußere Kontur des Baukörpers, weit weg von seinem Mittelpunkt bzw. seiner Mittelachse. Es ist ein System einer durch leichte Längstringer und Querspannen versteiften mehr oder weniger dicken Haut, die selbst an der Kraftübertragung teilnimmt.

Ein Flugzeugrumpf ist eine solche Schale. Er ist ein Hohlkörper, der die bequeme Unterbringung von Passagieren oder Fracht ermöglicht. Diese Schalenbauweise finden wir heute im Waggonbau wieder. Aufbauten von Omnibussen werden als Schalen gestaltet, auch Pkw-Karosserien, wobei das Chassis als tragende Wanne in die Schalenkonstruktion einbezogen ist. Auch das Rohr ist eine Schale. Tatsächlich wurde es auch einmal von einer deutschen Firma als Flügelträger zur Aufnahme der Biegekräfte und Torsionskräfte benutzt, um die die Flügelkontur herumgebaut war. Dieser aus Stahlblechfeldern zusammengeschweißte Rohrträger, der auf Biegung und auf Verdrehung beansprucht werden konnte, diente gleichzeitig als Kraftstofftank.

Nach dem Kriege hat ein Flugzeugingenieur die Rohrschale auf die Erdölbohrmast-Konstruktion übertragen, wobei zwei in A-Form zueinander gestellte Rohrträger die Hauptbauelemente des Erdölbohrmastes bilden. Es ergibt sich dabei eine sehr einfache und dabei ästhetisch sehr ansprechende Bauweise, die mancherlei Vorteile betriebstechnischer Art gegenüber der Gittermastkonstruktion aufweist. Der Flugzeugbau hat sich des weiteren mit der Entwicklung von Berechnungsverfahren für spezielle Knick- und Ausbeulprobleme in Zusammenhang mit der Schalenentwicklung befaßt und auch Berechnungsverfahren für das sogenannte Zugdiagonalfeld geschaffen, das man sich als einen in eine — das Feld überspannende — Blechhaut aufgelösten Diagonalträger eines auf Schub beanspruchten Stabsystems vorstellen kann. Das dabei die Zugkraft übertragende dünne Blech legt sich bei der vollen Beanspruchung in Falten und hält trotzdem. Dies ist ein Beispiel, wie weit man unter Einhaltung aller Sicherheitsgrenzen doch mit der Beanspruchung und Ausnutzung des Werkstoffes gehen kann, wenn es gilt, so leicht wie möglich zu bauen.

Schalenbauweise, ihre Berechnungsverfahren und die anderen eben erwähnten Berechnungsverfahren sind nun eingegangen z. B. in den Brückenbau. In verschiedenen Arbeiten über die nach dem Kriege gebauten Rheinbrücken kommt zum Ausdruck, wie durch Anwendung der Schalenbauweise leichte, werkstoffsparende, gewichtssparende Konstruktionen erzielt werden konnten. Selbstverständlich sei nicht verschwiegen, daß dabei auch durch Verwendung von verbesserten Baustählen von der Werkstoffseite her Gewichtseinsparungen erzielt werden konnten. Diese liegen jedoch unter denen, die durch die veränderte Bauweise gewonnen werden konnten. Auch im Kranbau wird seit einigen Jahren die Schalenbauweise angewandt. Auf der Deutschen Industrie-Messe wird

ein Kai-Kran gezeigt, dessen Ausleger als schlanker, torsionssteifer Blechträger ausgebildet ist (sonst meist als Gitterträger mit Diagonalstäben ausgeführt) und bei dem die Ständer (Füße) in ausgeprägter Schalenbauweise mit tragender Haut, versteifenden Längstringern und leichten Querspannen entworfen sind.

KRAFTMASCHINENBAU

Betrachten wir nun einige Einflüsse, die der Flugtriebwerksbau auf den Kraftmaschinenbau ausübte. Der Flugzeugbau verwandte zuerst den luftgekühlten Motor, der von der Flugmotorenindustrie zu hoher Leistung entwickelt wurde. Die Verwendung von Luft als Kühlmittel für Motoren hat in den vergangenen Jahren verbreitet Anwendung gefunden. Heute findet sich der luftgekühlte Dieselmotor — der im Flugzeugbau übrigens keinen Eingang fand — in vielen Baumaschinen, Baggern, in Lastkraftwagen als Antriebsquelle. Zur Erzielung einer ausreichenden Kühlwirkung wurden besondere Ventilator-Kühlsysteme entwickelt. Diese Ventilator-Kühlung wurde in die Luftfahrttechnik übernommen und wird angewandt, wenn Hubschrauber mit luftgekühlten Motoren als Antriebsquelle ausgestattet werden. Denn beim Start und bei der Landung und im Senkrecht-Steigflug kann dann dem mit Vollast arbeitenden Triebwerk nur auf diese Weise die ausreichende Kühlluftmenge zugeführt werden, da der Hubschrauber dabei nur eine geringe Eigengeschwindigkeit aufweist, die zur Kühlung des Triebwerkes durch Fahrtwind nicht ausreicht.

Der Flugzeugbau förderte die Entwicklung des schnelllaufenden Otto- und Dieselmotors, um zu niedrigen Leistungsgewichten der Triebwerke zu gelangen. Der schnelllaufende Dieselmotor wurde im Verlauf der letzten Jahre zu starkpferdigen Einheiten für den Lokomotiv- und Schiffbau entwickelt. Der ausgesprochene Schnellläufer wird heute auch in seegehenden Schiffen eingesetzt, wobei mehrere Einheiten auf ein Getriebe wirken und die einzelnen Motoren je nach Bedarf zu und abgeschaltet werden können. Man hat gute Erfahrungen damit gemacht, obwohl der Schiffbau — und wohl mehr noch die Reeder — anfangs erhebliche Bedenken gegen die Einführung des leichten Schnellläufers vorbrachten. Junkers schuf bekanntlich den ersten einsatzreifen Flugdieselmotor. Das damals von ihm angewandte Gegenkolben-Prinzip, bei dem zwei Kolben in einer Zylindereinheit arbeiten, hat sich zum Teil auch heute noch im Dieselmotorenbau erhalten. Eine bekannte britische Firma zeigt zur Deutschen Industrie-Messe ein für Marine-Fahrzeuge bestimmtes Triebwerk, bei dem das Gegenkolben-Prinzip angewandt wird. Dabei sind drei Zylinderebenen in Deltaform, also im Dreieckverband, zueinander angeordnet, wodurch eine sehr leistungsfähige, kompakte, raumsparende Triebwerkseinheit entsteht.

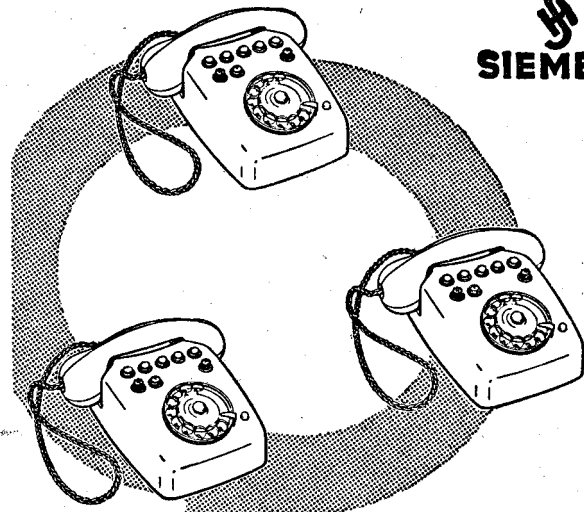
Schon frühzeitig erkannte man im Flugzeugbau, daß der Höhenflug geschwindigkeitsmäßige Vorteile bringt, wenn man höhengeeignete Triebwerke einsetzen kann. Es ging also darum, dem Motor in höheren Bereichen das gleiche Luftgewicht zuzuführen, das er auch im bodennahen Bereich der Atmosphäre erhält.

Man schuf den Verbrennungsluft-Vorverdichter, zuerst in der Form des radialen Verdichters, der seinen Antrieb unmittelbar von der Kurbelwelle des Motors erhält. Ein Schaltgetriebe ließ ihn in den verschiedenen Höhen auf die notwendige Drehzahl schalten.

Später wurde der Abgasturbolader entwickelt, der die kinetische Energie der schnellausströmenden Auspuff-Abgase ausnutzt und in Rotationskraft umsetzt zum Antrieb des Radialverdichters. Man nutzte also Energie, die sonst nutzlos in die Atmosphäre abströmt. Sprunghaft konnten so das Höhenleistungsvermögen der Flugtriebwerke gesteigert werden und damit die Geschwindigkeitsleistungen und Reichweiten auch der Verkehrsflugzeuge. Heute ist der Abgasturbolader bei Schiffsdieselmotoren eingeführt und hat zu einer erheblichen Leistungssteigerung durch Erhöhung des Zylinderfüllungsgrades geführt.

Man erkannte bald, daß der nach dem Otto-Prinzip arbeitende konventionelle Antriebsmotor trotz Anwendung des Höhenladers nicht die Vortriebskraft schaffen würde — jedenfalls nicht in einem gewichtlich tragbaren, einen niedrigen Stirnwiderstand aufweisenden Triebwerk —, die für das Erreichen von Geschwindigkeiten im schallnahen Bereich benötigt wird. Man beschränkt einen neuen Weg und schuf die Gasturbine, die man sich aus dem Abgasturbolader abgeleitet vorstellen kann. Bei der Gasturbine sitzt zwischen dem Verdichter und der Abgasturbine die Brennkammer, in die der Verdichter komprimierte Luft liefert, durch die der eingespritzte Kraftstoff (Kerosen, eine Petroleumart) zur Verbrennung gebracht wird. Die kinetische Energie der in der Brennkammer so erzeugten Verbrennungsgase wird in der Abgasturbine verarbeitet, aber nur zum Teil, während die in die Atmosphäre austretenden Abgase mit einer Restenergie den Schub des Flugzeuges verursachen. Die Abgasturbine treibt den Verdichter an, außerdem Hilfsaggregate wie Treibstoffpumpen, Stromerzeuger, Hydraulikpumpen usw. Die Gasturbine — oder wie man auch sagt: das Strahltriebwerk — wurde für den Flugzeugantrieb geschaffen. Infolge ihrer außerordentlich hohen Drehzahl und ihrer außerordentlich kompakten Bauweise weist sie bei hoher Leistung einen verhältnismäßig nur geringen Stirnquerschnitt auf und ist so außerordentlich widerstandsgünstig und auf die beste geeignet für den Einbau in Hochgeschwindigkeitsflugzeuge. Außerdem wiegt sie viel weniger als Kolbenantriebswerke entsprechender Leistung. Es werden heute Triebwerke gebaut, die Schubkräfte von 10000 kg und mehr in einem Aggregat entwickeln und damit die Leistung bisher verwendeter konventioneller Flugtriebwerke weit hinter sich lassen. Durch ihre Entwicklung war der Einbruch in den Schall- und Überschallbereich möglich.

Heute hat die Gasturbine Eingang gefunden in den Schiffbau, weiterhin als Antriebsquelle in auf Schienen fahrenden Stromerzeugungszentralen, als Antriebsquelle in Elektrizitätswerken usw. Bei diesen Ausführungen verarbeiten die Abgasturbinen den weitaus größten Teil der in den Verbrennungsgasen enthaltenen kinetischen Energie und geben Leistung außer



Ein Schlüssel zur wirtschaftlichen Betriebsführung

ist die Fernsprechanlage, die sich den Betriebsverhältnissen organisch anpaßt.

Bewährte Fernsprechanlagen für kleinere Unternehmen:

Siemens-Reihenanlagen mit 1 Amtsleitung und 2 bis 6 Sprechstellen oder 2 bis 3 Sprechstellen, REIHA

Siemens-Reihenanlagen mit 2 Amtsleitungen und 2 bis 6 Sprechstellen, REIPOS



Fig. 329

Ausführliches Informationsmaterial erhalten Sie von unseren Geschäftsstellen.

SIEMENS & HALSKE AKTIENGESELLSCHAFT
WERNERWERK FÜR FERNSPRECHTECHNIK

an den Verdichter auch an die Schiffswelle, an die Generatorwelle (bei Stromerzeugungsanlagen), bei sogenannten Turbo-Propeller-Flugzeugen an die Luftschraube ab. Es sind für den stationären Einsatz Versionen entstanden, bei denen der Verdichterteil vom eigentlichen Abgasturbinenteil getrennt ist. Dabei arbeitet der Verdichter nach dem bereits erwähnten Gegenkolben-Prinzip, das einst Junkers einführte.

Auch in den Automobilbau wird die Gasturbine eindringen. Da sie nur rotierende Teile hat, ist sie sehr einfach im Aufbau. Allerdings sind hier noch Probleme zu lösen, die sich aus den wechselnden Lastanforderungen ergeben und den Kraftstoffverbrauch ungünstig beeinflussen. Er konnte bei großen Gasturbineneinheiten schon beträchtlich gesenkt und dem konventioneller Triebwerke angenähert werden. Es existieren schon heute kleine Gasturbineneinheiten (auch aus deutscher Entwicklung) mit Leistungen von 50, von 100 und mehr PS, die durch Verwendung von Wärmeaustauschern (zur Vorwärmung der Kompressionsluft) einen tragbaren Kraftstoffverbrauch aufweisen und für den Antrieb von Notstromaggregaten (auch auf der Deutschen Industrie-Messe zu sehen) verwendet werden. Auch kleine Gasturbinen für leichtere Flugzeuge sind bereits entwickelt worden, so eine kleine BMW-Gasturbine mit 65 PS Leistung, die als reine Strahl-turbine für den Antrieb von Motorseglern gedacht ist, und eine amerikanische 250 PS leistende Turbine zum Antrieb von Propellerflugzeugen. Übrigens ist letztere mit einem Axialverdichter ausgestattet.

Selbst in Verbindung mit der Nutzung der Atomenergie wird die Einsatzmöglichkeit der Gasturbine untersucht. Auf der Tagung der Schiffsbau-technischen Gesellschaft in Hamburg beschäftigte sich ein Referat mit einer Turbine, die mit hochgespanntem Gas betrieben wird, das als Kühlmittel von einem damit arbeitenden Einkreisreaktor geliefert wird. Sie treibt einmal einen Axialverdichter an, der den Gasumlauf durch den Reaktor aufrechterhält, und gibt ihre Überschubleistung an einen Generator zur Stromerzeugung (elektrischer Schiffsantrieb, E-Werk) oder an ein Untersetzungsgetriebe für den direkten Vortrieb ab. So erstreckt sich also die bislang nur theoretisch untersuchte, noch viele technologische Probleme aufwerfende Einbeziehung der Gasturbine bis in Atomreaktor-Prozesse und -Anlagen.

Es können nicht alle Entwicklungen im Rahmen dieser Betrachtung aufgeführt werden, die, von der Luftfahrt-technik kommend, sich befruchtend auf andere technische Zweige ausgewirkt haben. Deren gibt es zu viele. Jedoch sollen noch einige erwähnt werden.

HYDRAULIK

Bei einem Flugzeug müssen verschiedene Bauteile beim Start und bei der Landung ein- und ausgefahren werden, deren Gewichte oder Beaufschlagung durch Luftkräfte es aber verhindern, daß diese Betätigung von Hand geschieht. Z. B. werden die schweren Fahrwerke eingezogen, um den Luftwiderstand des Flugzeuges zu verringern, es werden Radbremsen betätigt, um die Geschwindigkeit des Flugzeuges beim Aus-

rollen schnell zu senken, es werden Abdeckungen der Fahrwerkschächte angelegt, es werden die Gleitgeschwindigkeit verlangsamende Landeklappen ein- und ausgefahren, es werden Ruder gelegt. Diese Kraftsteuerungen werden meist hydraulisch oder auch elektrisch ausgeführt.

Das ganze große Gebiet der Ölhydraulik, das heute bei fast allen Maschinenarten, seien es Werkzeugmaschinen, Holzbearbeitungsmaschinen, Baumaschinen, Kunststoffspritzmaschinen usw., zur Anwendung gelangt, ist vom Flugzeugbau her auf die anderen technischen Zweige übernommen worden. Hydraulische Systeme haben den Vorteil, daß in kleinen Querschnitten große Kräfte auch an kurzen Hebelarmen ausgeübt werden können. Letzteres ist wichtig, weil in Flugzeugen infolge der Gedrängtheit des Raumes, etwa in Fahrwerkschächten, nur kleine wirksame Hebelarme verwirklicht werden können.

Es hat sich eine Spezialindustrie entwickelt, die das im Flugzeugbau zur vollen Reife entwickelte System in andere Branchen weitergetragen hat. Im hydraulischen System erzeugt eine Ölpumpe einen unter hohem Druck stehenden Ölstrom, der — durch Ventile gesteuert — in verschiedenen Leitungen zur Kraftübertragung wirksam werden kann, wobei er Arbeitszylinder zur Arbeitsleistung hin- und herbewegen oder auf einen Ölmotor wirken kann, der die Kraft des Ölstromes in Drehbewegung umsetzt. Mit solchen hydraulischen Druckkräften werden heute schwere Pressen betätigt, werden Stämme in Sägegattern festgehalten, Sperrholzpakete unter Schneidemaschinen, werden Vorschubwerkzeuge in metallbearbeitenden Werkzeugmaschinen bewegt, werden die Mulden von schweren Erdbewegungsfahrzeugen abgekippt, die Ausleger von Hafenkranen gehoben und gesenkt, werden mit hydraulischen Stempeln in Bergwerken die Stollen abgestützt. Ein weites Feld der Anwendung hat die Hydraulik gefunden, und der technische Hochstand der modernen Transporttechnik z. B. wäre ohne ihren Einsatz nicht denkbar. Hier ist also eine echte Einflußnahme vom Flugzeugbau her wiederum festzustellen.

VERLEIMUNG

Auch auf die Gestaltung von Bearbeitungsverfahren, etwa in der holzbearbeitenden Industrie, aber auch in der metallbearbeitenden Industrie hat sich der Flugzeugbau ausgewirkt. Die heute in der Holzbearbeitung eingeführte Hochfrequenzverleimung wurde ursprünglich für den Holzflugzeugbau entwickelt, um nämlich durch Schnellverleimung einen schnellen Durchsatz der zu verleimenden Flügel-, Rumpf- oder Leitwerkteile durch die teuren, viel Raum beanspruchenden und deshalb in ihrer Zahl niedrig zu haltenden Bauvorrichtungen zu erzielen.

Beim Holzflugzeugbau können es Holme (Flügelträger), Flügelrippen, Rumpfspanten sein, die aus Einzelteilen zusammengeleimt werden. Bei der Hochfrequenzverleimung wird die Leimfuge zwischen zwei Elektroden gelegt, zwischen denen sich ein elektrisches Wechselfeld ausbreitet, das die Leimfuge von innen heraus (das ist entscheidend!) trocknet, in der Fach-

sprache heißt es „abbinden“ läßt. Die Trocknung erfolgt in einer unwahrscheinlich kurzen Zeit, nämlich in Minuten, während bei natürlicher Trocknung der Prozeß mehrere Stunden erfordert. Ein Hochfrequenz-generator erzeugt den Hochfrequenzstrom. Man kann sich den Trocknungsvorgang so vorstellen, daß sich im elektrischen Wechselfeld die Leimmoleküle im gleichen Rhythmus des Polwechsels des Feldes schnell hin und her drehen, sich dabei aneinander reiben und Wärme erzeugen, die die schnelle Trocknung bewirkt. Heute werden so in der Serienfertigung Schneeschuhe, Möbelteile, Türen, Fenster in Bauvorrichtungen schnell, gut und wirtschaftlich verleimt.

SPANABHEBENDE METALLVERARBEITUNG

Ein vergleichbarer Einfluß ging von der Fertigung von Tragflügeln für Hochgeschwindigkeitsflugzeuge aus auf die spanabhebende, metallbearbeitende Fertigung. Der Hochgeschwindigkeitsflug erfordert sehr dünne Flügel, die wenig Luftwiderstand bieten, die aber dabei sehr fest sein müssen, um bei hoher spezifischer Flächenbelastung allen auftretenden Beanspruchungen durch die Luftkräfte gewachsen zu sein. Infolge ihrer geringen Dicke können diese Flügel nicht in der aufgelösten Schalenbauweise ausgeführt werden, sondern sie werden als Bauteile mit zentimeterdicken Hautfeldern, in die die Längsversteifungen gleich eingearbeitet sind, ausgeführt. Diese Hautfelder werden aus dem Vollen zusammen mit den — ihre Knicksteifigkeit erhöhenden — Verstärkungsprofilen herausgefräst.

Um diese schwierige Arbeit, die sehr genau ausgeführt werden muß, bei der Herstellung größerer Stückzahlen von menschlichen Fehlerquellen unabhängig zu machen, wird sie auf vollautomatisch arbeitenden Fräsmaschinen ausgeführt. Die Maschinen werden von Magnetbändern gesteuert, auf denen die Befehle für die Maschinenbewegungen für den gesamten Arbeitsablauf aufgebracht sind. In Form eines Stromes von Einzelimpulsen werden sie über eine elektrische Sondereinrichtung der Maschine zugeführt. Es wird erreicht, daß ein Arbeitsstück wie das andere ausfällt. Man kann ein einmal geschaffenes Magnetband an Maschinen geben, die an den verschiedensten, weit voneinander entfernten Standorten stehen, und überall absolut übereinstimmende, austauschbare Werkstücke erzielen. Diese Bearbeitungsmethode mit magnetband- oder lochbandgesteuerten Bohrmaschinen und Frä-

maschinen hat die metallbearbeitende Fertigung für die verschiedensten Serienproduktionen auf dem Gebiete des Maschinenbaues kostensenkend eingesetzt.

KUNSTSTOFFTEILE

Schon frühzeitig tauchte der Gedanke auf, Flugzeuge aus glasfaserverstärkten Kunststoffen, die sich auch in schwierigen Formen gießen lassen, herzustellen. Diese Entwicklung ist vorangetrieben worden, und so sind im modernen Flugzeugbau viele aus Kunststoff gefertigte Teile, auch solche, die durch Luftkräfte beaufschlagt werden, zu finden. Es werden heute auch kleine Luftschrauben, Federn für Fahrgestelle leichter Flugzeuge, aus Kunststoff gefertigt. Die dazu parallele Verwendung von glasfaserverstärkten Kunststoffen als Baustoff für Sportboote, Rettungsboote, Jollen, Autokarosserien ist bekannt. Man ist allerdings noch nicht so weit, daß man tragende Teile, etwa Flügel oder Leitwerksflossen serienmäßig für leichtere Motorflugzeuge und Segelflugzeuge herstellen kann, da immer noch an der Erzielung eines befriedigenden Elastizitäts- und Kerbzähigkeitsverhaltens solcher größerer Kunststoffteile gearbeitet wird. Jedoch bahnen sich auch hier Erfolge an, die später wiederum anderen Fertigungszweigen zugute kommen werden.

Bei großen Verkehrsflugzeugen sind z. B. die Abdeckkappen vom Wetterradar aus Kunststoff gefertigt, das in der Rumpfspitze untergebracht ist. Bekanntlich wurde das Radar während des Krieges in England entwickelt, um den Flugzeugen die Möglichkeit zu geben, Angriffsziele auch bei Nacht und schlechter Sicht zu finden. Heute erfolgt die Luftraumüberwachung mit weitreichenden Radaranlagen vom Boden aus. Charakteristisch für diese Anlagen sind die großen, sich drehenden Radarantennen. Wir finden sie heute in verkleinerter Form auf fast allen seegehenden Schiffen wieder. Die Schifffahrt hat aus der Anwendung des Radars für die Fahrt bei unsichtigem Wetter auf See, beim Befahren von Flußmündungen im Nebel, beim Anlaufen von Häfen Nutzen gezogen. Oftmals ist das Bild auf dem Radarschirm dann die einzige sichere Navigationshilfe. Auch dies ist ein Beispiel, wie eine Entwicklung aus der Luftfahrt auf andere technische Zweige übernommen wurde.

INDUSTRIELLE ZUSAMMENARBEIT

Die Luftfahrtindustrie hat viele dieser Entwicklungen in engster Zusammenarbeit mit anderen Industriezweigen betrieben. Dies gilt z. B. für den Triebwerksbau,



Hanseatischer Afrika Dienst

Gemeinschaftsdienst der Reedereien

H. M. GEHRCKENS HAMBURG

FRANZ L. NIMTZ HAMBURG

Regelmäßige Fracht- und Passage-Gelegenheit

VON HAMBURG / BREMEN NACH WESTAFRIKA

auf dem nur einige wenige Luftfahrtunternehmen selbst tätig gewesen sind, wie Junkers in Deutschland, Bristol und De Havilland in England, Curtiss in USA, Fiat in Italien. Im Laufe der Zeit haben sich Spezialfirmen etwa für den Entwurf und Bau von Einziehfahrwerken gebildet. Man bedenke, daß eine einziehbare Fahrwerksanlage etwa für eine große Verkehrsmaschine eine sehr komplizierte, schwere, aus mehreren Baugruppen bestehende Konstruktion ist, die bezüglich der kinematischen Durchbildung, der Kräfteführung, der Verriegelbarkeit, der werkstofflichen Gestaltung, der Funktionssicherheit, der sicheren Kraftaufnahme — bei knappen Raumverhältnissen — an den Entwurf hohe Anforderungen stellt. Ähnlich verhält es sich bei der Auslegung der hydraulischen Einrichtungen, die aus Sicherheitsgründen bei großen Verkehrsmaschinen in mehreren, voneinander völlig unabhängigen Systemen, eingebaut werden. Auch hier sind Spezialfirmen tätig, die selbstverständlich ihre Tätigkeit im Laufe der Zeit auf die Herstellung von hydraulischen Anlagen auch für alle anderen technischen Zweige ausgedehnt haben. Auch die für die Erhaltung eines ausreichenden Kabinen-Luftdruckes beim Höhenflug notwendigen Drucksysteme werden von Spezialfirmen gebaut, ebenso die Kraftstoffleitungssysteme, einschließlich aller Pumpen, Rohrleitungen, Verteilerhähne usw. Spezielle Werke der Elektroindustrie liefern die instrumentelle und funktionstechnische Ausrüstung, die Selbststeuergeräte, Bordnetzanlagen usw.

Es hat sich auch ereignet, daß einzelne Flugzeugfirmen selbst Fertigungen für spezielle Ausrüstungen entwickelten und dafür spezielle Entwurfsabteilungen ausbauten. So sind z. B. in den USA von Flugzeugfirmen elektronische Waffenleitsysteme selbst entwickelt worden. Solche Einrichtungen braucht man, um schnellfliegende Militärflugzeuge an den Gegner heranzubringen, ohne bei der außerordentlich hohen Geschwindigkeit das Funktionsvermögen des Piloten zu überfordern. Dabei handelt es sich um den elektronischen Rechenanlagen ähnliche Systeme, Anlagen, die man auch für die automatische Steuerung von Verfahrensabläufen in der industriellen Praxis einsetzen kann. Aus solchen Spezialfertigungen bilden sich dann oft, wenn sie eine gewisse Größe erlangt haben und ihre Entwurfsbereiche ausdehnen und die Fertigung von Anlagen für andere technische Zweige mit aufnehmen, Tochtergesellschaften der Unternehmen. Eine solche Tochtergesellschaft eines amerikanischen Flugzeugwerkes baut z. B. Steuerungsanlagen für Forschungs-Atomreaktoren. An diesem Beispiel wird auch deutlich, wie stark heute die einzelnen technischen Branchen miteinander verzahnt sind und wie nur durch intensivste Zusammenarbeit der einzelnen technischen Disziplinen Vorstöße in Neuland erreicht werden.

FORSCHUNG UND VERSUCH

Die Entwicklung von Hochgeschwindigkeitsflugzeugen für den Schall- und Überschallbereich ist eine schwierige Aufgabe, die einen großen Stab von Entwicklungsingenieuren, Versuchsingenieuren, Forschungsingenieuren und Wissenschaftlern notwendig macht.

Allein für die Flugerprobung eines großen Verkehrsflugzeugmusters bis zur endgültigen Einsatzreife sind etwa 1 000 Flugstunden nötig. Nach den Unfällen mit dem ersten im regulären Liniendienst eingesetzten Strahlverkehrsflugzeug vor einigen Jahren werden jetzt die Flugzeugrumpfe aller neuen Baumuster in großen Wassertanks auf Ermüdungsfestigkeit hin untersucht, die hoch genug sein muß, damit solche Flugzeuge den Beanspruchungen standhalten, die sich beim wechselnden Operieren in Höhen mit niedrigem Außendruck und dem Druck am Boden ergeben.

Die Entwicklungskosten für ein neues Baumuster können mehrere 100 Mill. \$ betragen. Diese Kosten müssen selbstverständlich durch die Serienaufträge wieder hereingeholt werden. Das bedeutet, daß insgesamt mindestens 100 Maschinen eines so großen Typs von den Luftverkehrsgesellschaften in Auftrag gegeben werden müssen, um ein solches Entwicklungsvorhaben rentabel zu machen. Günstig ist, wenn ein neuer Verkehrsflugzeugtyp aus einem militärischen Baumuster abgeleitet werden kann, da dann das Ausgangsmuster mit den Entwicklungskosten belastet wird. Beim Strahlverkehrsflugzeug Boeing 707, das aus einem bereits zwei Jahre lang als Tanker geflogenem und fliegerisch voll erprobten militärischen Transportflugzeug abgeleitet wurde, war dies der Fall.

Nur große, kapitalkräftige, über ein starkes Entwicklungs-, Versuchs- und Fertigungspotential verfügende Unternehmen können sich deshalb an große, zukunftsweisende Entwürfe heranwagen mit der Aussicht, das neue Muster in einem vertretbaren Zeitraum einsatzreif an Auftraggeber ausliefern zu können. So kristallisieren sich in den einzelnen Ländern einzelne Unternehmen heraus, die allein an die Entwicklung großer Verkehrsflugzeugmuster herangehen können. In den USA sind es die Firmen Boeing, Convair, Douglas, Lockheed.

Mit dem Bau noch größerer und schneller werdender Maschinen treten die Firmen in eine immer schärfer werdende Konkurrenz zueinander, deshalb, weil diese Maschinen infolge ihrer sprunghaft zunehmenden tkm-Leistung die erforderliche Flugzeugstückzahl selbst verringern helfen. Man spricht schon heute von einem Baumuster, das mit doppelter Schallgeschwindigkeit, also mit rund 2 000 km/h den Atlantik überqueren soll und dafür nur etwa 3 Stunden benötigen würde. Eine solche Maschine könnte im regulären Dienst den Atlantik am Tage zweimal in jeder Richtung überfliegen und würde dabei mehrere der jetzt zum Einsatz gelangenden Strahlverkehrsflugzeuge infolge seines noch größeren Fassungsvermögens und seiner mehr als doppelt so hohen Geschwindigkeit ersetzen. In Erkenntnis dieser kommenden Entwicklung will die englische Regierung eine Reorganisation der britischen Luftfahrtindustrie betreiben mit dem Ziel der Schaffung einer kleinen Anzahl sehr starker Einheiten. Es ist an die Bildung fünf großer Gruppen gedacht, und zwar zwei für die Entwicklung und den Bau von Starrflügelflugzeugen und Fernlenkwaffen, eine für die von Hubschraubern und zwei für diejenigen von Flugtriebwerken. Die englische Regierung will sich

gegebenenfalls auch an den Entwicklungskosten neuer Typen und in geeigneten Fällen auch am Risiko der Herstellung einer höheren, nicht durch Aufträge gedeckten Zahl von Flugzeugen beteiligen — und gegebenenfalls auch einen Teil der Kosten für die Erprobung neuer Zivilflugzeuge und deren Übernahme in den regulären zivilen Flugdienst übernehmen.

Trotzdem bestehen auch für Länder mit einer kleinen Luftfahrtindustrie absolut Chancen, an der Weiterentwicklung der Luftfahrttechnik tatkräftig und erfolgreich — auch hinsichtlich des Exports — teilzunehmen. Jedes hochindustrialisierte Land wird eine Luftfahrtindustrie und Luftfahrtforschung sein eigen nennen wollen, nicht zuletzt aus der Erkenntnis, daß sich so viele Entwicklungen, die eine schöpferische Luftfahrtindustrie und Luftfahrtforschung leisten, fruchtbringend auf alle anderen technischen Zweige des Landes auswirken, und zwar nicht nur auf solche technische Branchen, mit denen sie in intensiver Zusammenarbeit stehen.

Gewiß werden sich kleinere Luftfahrtindustrien zweckmäßig auf Entwicklungsarbeiten in bestimmten Bereichen konzentrieren, um konzentriert in Teilbereichen mit Spitzenleistungen aufwarten zu können. Dabei kann sich eine Zusammenarbeit über die Grenzen des Landes hinaus erstrecken. Erfolgversprechende Aufgabengebiete gibt es genügend. Man denke nur an das sich ausbreitende Geschäftsreise-Flugwesen, an die Bestrebungen, den Nah- und Mittelstreckenverkehr intensiv auszubauen, wofür geeignete Baumuster benötigt werden, die viele Fortschritte der Luftfahrttechnik in sich vereinigen sollen, an die Entwicklungsfortschritte auf dem Gebiet des Hubschrauberbaues. Der Hubschrauber ist zu einem vielseitig verwendbaren Transportmittel geworden, er wird z. B. als Lastenträger eingesetzt u. a. beim Bau von Hochspannungsleitungen über Bergketten — so geschehen beim Bau der Alcan-Anlagen in Britisch-Kolumbien in Kanada — neben seinem zunehmenden Einsatz im Personenverkehr.

Auch der Triebwerksbau hat lohnende Entwicklungsaufgaben vor sich, sei es bezüglich ganz neuer Aggregate, sei es betreffs der weiteren Verbesserung der motorischen Arbeitsverfahren, sei es hinsichtlich der Weiterbildung der Zubehöerteile. Es ist daran zu erinnern, daß die Entwicklung der Luftfahrttechnik zum Schnellflug hin grundsätzlich beeinflußt wurde von der Triebwerksseite her. Deshalb wird auch in Zukunft diesen Entwicklungen besondere Bedeutung zukommen, die dann ihre Auswirkungen wieder auf die anderen motorischen Einsatzbereiche haben werden. Auch auf dem Gebiet der instrumentellen und funkttechnischen Ausrüstung der Flugzeuge sind in Zukunft noch viele Probleme zu lösen, die vor allen Dingen der Sicherheit der Luftfahrzeugführung und der Vervollkommnung der Landeverfahren zu gelten haben. Die Elektrotechnik wird hier ihre besonderen Beiträge leisten können. Die Luftfahrtforschung wird wichtige Aufgaben auf dem Gebiet der Werkstoffentwicklung leisten können, ein Sektor, der zweifellos ebenfalls seine Auswirkungen in anderen technischen Zweigen haben wird.

Über solche Möglichkeiten wird u. a. auch die Deutsche Luftfahrtschau aussagen, auf der sich Baumuster aller Gattungen, auch aus dem Triebwerks-, Instrumenten- und sonstigen Ausrüstungssektor befinden werden. Zu bemerken aber ist, daß sich auf der Deutschen Industrie-Messe viele der Erzeugnisgattungen befinden, die ihren Ursprung aus den Arbeiten der Luftfahrttechnik ableiten und von denen eine Anzahl im Rahmen dieser Betrachtungen genannt worden ist. Auch die Messe Hannover bringt damit sehr deutlich den Nachweis für die Bedeutung und die Notwendigkeit des Arbeitens einer eigenen Luftfahrtindustrie und Luftfahrtforschung. Diese Arbeiten werden sich auch in Zukunft als ein Beitrag zur Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit und der Weltgeltung unserer Gesamtindustrie auswirken, indem sie in ziemlicher Breitenwirkung die Entwicklungen und den Standard anderer Industriezweige zu befruchten vermögen.

Wiederbelebung protektionistischer Handelspolitik in USA

Antrag us-amerikanischer Unternehmen auf Einführung eines Schreibmaschinenzolls

Kurt Abel, Frankfurt a. M.

In letzter Zeit mehren sich in den USA die Anzeichen für ein Aufleben des Protektionismus. Die Handelspolitik der Regierung steuert zwar nach wie vor einen liberalen Kurs, die schutzzöllnerischen Bestrebungen in Kreisen der amerikanischen Wirtschaft lassen sich jedoch nicht übersehen.

Fragt man sich, wie es zu einer solchen Entwicklung hat kommen können, so lassen sich dafür verschiedene Gründe anführen. Zunächst einmal sind die besonderen Probleme der us-amerikanischen Zahlungsbilanz zu nennen. Ihr Defizit belief sich im Jahre 1958 auf 3,4 Mrd. \$. Im gleichen Kalenderjahr erfolgte eine

Abwanderung von Gold in Höhe von 2,3 Mrd. \$. Die Goldverkäufe schrumpften zwar 1959 auf rd. 1 Mrd. \$, das Zahlungsbilanzdefizit wuchs jedoch auf 4 Mrd. \$ an. Wenn auch die USA noch immer über die größten Goldreserven der Welt verfügen, so sind doch die Stimmen, die wirkungsvolle Gegenmaßnahmen fordern, seit einiger Zeit nicht mehr verstummt.

DIE FRONT DER PROTEKTIONISTEN

Das Spezifische der gegenwärtigen protektionistischen Tendenzen in den USA liegt allerdings darin, daß Unternehmertum und Gewerkschaften sich — wenn