

Moderne Verkehrsflugzeuge

Autor(en): **Belart, Hans**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Prisma : illustrierte Monatsschrift für Natur, Forschung und Technik**

Band (Jahr): **3 (1948)**

Heft 1: **Flug-Sondernummer**

PDF erstellt am: **11.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-653284>

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.

MODERNE VERKEHRSFLUGZEUGE

Von Hans Belart

Ist der Luftverkehr durch seine intensive Entwicklung während der letzten zwei Jahrzehnte heute bereits am Sättigungspunkt angelangt? Man könnte das wohl meinen, wenn man die dichten Flugliniennetze betrachtet, die sich über und zwischen den Kontinenten ausbreiten, und wenn man hört, daß im regelmäßigen Passagierflugdienst über die meteorologisch schwierigste Luftverkehrsstrecke, den Nordatlantik, im vergangenen Jahr gegenüber 460 000 Schiffspassagieren rund 150 000 Fluggäste befördert wurden, wobei in den Sommermonaten Tag und Nacht im Durchschnitt jede Stunde ein Flugzeug zum Flug über diese Strecke startete.

Und doch ist die Zeit der Entfaltung des Luftverkehrs heute sicher nicht beendet. Zwar werden wir in den kommenden Jahren kaum die Ozeane mit Raketenantrieb und Überschallgeschwindigkeit überspringen, aber die *Geschwindigkeit*, dieses erste und wichtigste Aktivum des Flugzeuges, wird sicherlich ständig zunehmen. Wenn wir heute noch auf den meisten Strecken mit Reisegeschwindigkeiten von 270 bis 350 km/h rechnen müssen, so werden es schon bald 500 bis 600 km/h sein. Die wirtschaftliche *Ohnehalt-Reichweite* wird sich ebenfalls erhöhen und selbst bei ungünstigen Wetterverhältnissen 6000 km und darüber erreichen (gegenwärtiger Stand: 3500 km), so daß zeitraubende technische Zwischenlandungen wegfallen. Weit wichtiger noch als diese leistungsmäßigen Fortschritte wird aber die Förderung der *Sicherheit* und *Regelmäßigkeit* für die Entwicklung des Luftverkehrs sein.

Zur Vergrößerung der *Geschwindigkeit* stehen verschiedene Wege offen: einmal durch Erhöhung der Triebwerksleistung, in erster Linie aber durch das wirtschaftlichste Mittel: die Verminderung des *Luftwiderstandes*. Das heutige Verkehrsflugzeug ist in dieser Hinsicht allerdings schon recht weit entwickelt, denn es besteht im Flug nur noch aus dem unumgänglich Notwendigen: einem schlanken Rumpf, den Flügeln mit den Triebwerken und dem Leitwerk. Was wäre also hierbei noch zu verbessern? Nun, Rumpf und Leitwerk könnten weggelassen und die Nutzlast wie auch die Motoren ganz im Flügel untergebracht werden. Solche Nurflügel-Projekte werden heute erneut intensiv studiert und erprobt; in England besonders von Armstrong Whitworth und De Havilland, in Amerika von Northrop. Aber das Nurflügel-Flugzeug muß schon recht groß sein, wenn in seinem Flügel eine geeignete Kabine untergebracht werden soll.

Bleibt man bei der herkömmlichen Bauart mit Rumpf und Leitwerk, so zeigt es sich, daß die neuen Rumpfformen meist nicht schlanker, sondern eher plumper, ja eigentlich zylindrisch werden. Besonders bei ganz großen Flugzeugen fällt die unverhältnismäßige Verlängerung des Rumpfes gegenüber den Flügeln auf. Dies ist in erster Linie ein Raumproblem, denn die große Passagierkabine kann und muß in einem Raum von möglichst kleinem Frontalquerschnitt untergebracht werden. Zudem muß der Rumpf eine zylindrische Form haben, weil er die gewichtsmäßig leichteste Ausführung der beim Flug in großer Höhe «aufgepumpten» Kabine gestattet.

Der *Höhenflug* ist an sich ein wirkungsvolles Mittel zur Vergrößerung der Reisegeschwindigkeit, denn der Luftwiderstand nimmt entsprechend der in der Höhe geringeren Luftdichte ab. Die Schwierigkeiten lagen hier bisher meist in der ebenfalls starken Abnahme der Motorleistung mit der Höhe; heute sind jedoch Triebwerke verfügbar, deren Kompressoranlagen eine genügend verdichtete Ansaugluft liefern, um die Motorleistung bis hinauf zu 10 km Flughöhe in genügendem Maß aufrecht zu erhalten. Daneben ergeben sich nun aber neue Probleme: elektrische und ölhydraulische Hilfsaggregate versagen ihren Dienst, und das Auftreten eines Lecks durch Fensterbruch oder dergleichen kann in solchen Höhen für die Insassen eine ernstliche Gefahr werden.

Ein weiterer bedeutender Schritt zur Widerstandsverminderung ist die stetige *Verkleinerung* des *Tragflügels*. Ein charakteristischer Vergleichswert ist die Flächenbelastung, das heißt das Verhältnis zwischen Fluggewicht und Flügelfläche. Dieser Wert ist bei Verkehrsflugzeugen in den vergangenen zehn Jahren von rund 150 auf 400 kg/m² gestiegen. Die dadurch bedingten höheren Landegeschwindigkeiten (bis zu 170 km/h) können jedoch heute dank der Verlängerung der Flugplatzpisten sowie der Verwendung von Bremspropellern und anderer technischer Hilfsmittel in Kauf genommen werden, so daß bei den neueren Flugzeugtypen der Tragflügel im Größenverhältnis zum Rumpf mehr und mehr zurücktritt – hier zeigt sich also gerade die entgegengesetzte Erscheinung wie beim Nurflügel-Flugzeug.

Die Vergrößerung der *Reichweite* eines Verkehrsflugzeuges hängt sowohl von der Verbesserung der Geschwindigkeit als auch von dem spezifischen Benzinverbrauch seiner Motoren ab. Luft-



Bild 1: Der amerikanische 40plätzig «Convair-Liner» ist eines der modernsten Mittelstreckenflugzeuge; er steht seit Anfang 1948 in Betrieb. Die Swissair wird in nächster Zeit vier Stück dieser Type erhalten. Das Abfluggewicht des Flugzeugs beträgt 17,9 Tonnen, seine Spannweite 28 m. Die beiden Motoren entwickeln eine maximale Startleistung von je 2400 PS.

gekühlte Kolbenmotoren haben gegenwärtig einen spezifischen Verbrauch von etwa 0,2 kg pro PS und Stunde, das heißt ein Flugzeug mit vier Motoren von je 3000 PS Maximalleistung verbraucht im Reiseflug bei Drosselung der Motoren auf 50 % stündlich 1200 kg oder rund 1650 Liter Benzin. Diese Werte lassen sich vorläufig nicht wesentlich unterbieten. Die reinen Turbotriebwerke mit Propellerantrieb weisen leider um zirka 30 % höhere spezifische Verbrauchszahlen als die Kolbenmotoren auf, und wenn sie nicht andere Vorteile wie besonders einfachen Aufbau und geringes Eigengewicht aufweisen würden, so wäre ihre Verwendung im Luftverkehr gar nicht zu diskutieren. Von den propellerlosen Turbostrahltriebwerken sei hier ganz abgesehen, denn ihr Brennstoffverbrauch liegt sogar um 60 % über den normalen Werten der Kolbenmaschinen und kommt daher für einen wirtschaftlichen Verkehrsflug vorläufig nicht in Frage.

Die erforderliche Ohnehalt-Reichweite, zum Beispiel im Ozeanflug, hat auch einen entscheidenden Einfluß auf die Flugzeuggröße. Ein Ozeanflugzeug hat wegen der großen mitzuführenden Mengen an Betriebsstoffen prozentual nur wenig für seine eigentliche Nutzlast übrig (etwa 10 bis 15 % seines Abfluggewichtes), so daß ein großes Flugzeug erforderlich ist, um absolut (also in Kilogrammen ausgedrückt) die nötige Nutzlast mitnehmen zu können. Zudem werden bei wachsender Größe die verhältnismäßigen Gewichtsanteile von Baugewicht, Besatzung und Ausrüstung kleiner, so daß der Nutzlast-Anteil verhältnismäßig ansteigt. Im übrigen wird das größere Flugzeug komfortabler und der aus Sicherheitsgründen für längere, schwierige Strecken unerläßliche Einbau von mindestens vier Motoren auch erst von einer bestimmten Mindestgröße an lohnend. Diese untere Grenze liegt für die heutigen Transozeanflugzeuge etwa bei einem

Abfluggewicht von 30 Tonnen. Eine obere Grenze ist gegenwärtig noch nicht zu erkennen; heute fliegen Langstrecken-Verkehrsflugzeuge mit Gewichten von 40 bis 45 Tonnen, demnächst werden Neukonstruktionen von 65 Tonnen auf den Strecken erscheinen, und noch größere Flugzeuge sind im Bau oder auch schon in Erprobung.

Mit der Größe der Flugzeuge steigen auch die Anforderungen an die Länge und Festigkeit der Start- und Landebahnen, und es mag wohl schließlich so herauskommen, daß in der nächsten Zukunft Großflugzeuge mit einem Fluggewicht von 80 bis 100 Tonnen nur zwischen wenigen, den erhöhten Anforderungen genügenden Großflughäfen verkehren können, auf denen auch die nötigen Einrichtungen für die Unterbringung und Reparatur solcher Giganten vorhanden sind. Eine neuerdings aufgestellte internationale Klassierung der Flugplätze läßt einige Schlüsse auf die vorläufig größte vorgesehene Gewichtsklasse zu: die entsprechende höchste Flughafenklasse soll

danach eine maximale Startbahnlänge von 2550 Meter (in Meereshöhe und etwas mehr in größerer Ortshöhe) sowie eine Tragkraft pro Einzelrad von mindestens 45 Tonnen aufweisen. Der neue Flughafen Zürich-Kloten wird mit seiner Hauptpiste von 2600 Meter Länge und einer Tragkraft pro 67,5 Tonnen dieser Klasse somit ungefähr entsprechen.

Der Bau großer Flugzeuge hängt heute weitgehend davon ab, ob genügend starke Triebwerke erhältlich sind. Hier liegt ein Gebiet, wo der Kolbenmotor mit gegenwärtig maximal 3500 PS pro Einheit durch Propeller-Turbotriebwerke abgelöst werden kann, welche heute schon nach verhältnismäßig kurzer Entwicklungszeit höhere Leistungen versprechen.

Zur Förderung der *Sicherheit* im Luftverkehr hat die 1944 ins Leben gerufene Internationale Zivilluftfahrt-Organisation ICAO (Internationale Civil Aviation Organization) in Montreal Normen und Empfehlungen aufgestellt, die sich so-

Bild 2: Lockheed «Constitution», ein Transportflugzeug für lange Ohnehaltstrecken, das heute noch im Erprobungsstadium ist. Das im Vordergrund sichtbare Beechcraft-Flugzeug erlaubt einen Größenvergleich (s. Artikel: Verkehrsflugzeuge in unserem Luftraum, S. 12/13). Die vier Motoren haben vorläufig noch eine Maximalleistung von nur je 3500 PS, das Abfluggewicht beträgt 109 Tonnen, die Spannweite 57,6 Meter. Im Rumpf können 80 bis 150 Passagiere untergebracht werden.





Bild 3: Seit Kriegsende ist auf vielen Kontinental- und Überseestrecken die amerikanische Lockheed «Constellation» in Betrieb, die durch ihren fischförmigen Rumpf und das dreifache Leitwerk auffällt. Dieses Flugzeug befördert je nach Streckenlänge 44 bis 52 Passagiere; sein maximales Fluggewicht beträgt 56,6 Tonnen, seine Spannweite 37,5 Meter. Die vier Motoren entwickeln eine maximale Startleistung von je 2400 PS.

wohl auf die Bodenorganisation (Radio, Wetterdienst usw.) wie auch auf die Festigkeit und Betriebssicherheit der Verkehrsflugzeuge erstrecken. Gerade die Forderungen bezüglich *Betriebsicherheit* haben einen starken Einfluß auf die technische Entwicklung der modernen Verkehrsflugzeugtypen ausgeübt. Insbesondere wird verlangt, daß Verkehrsflugzeuge auch bei Ausfall eines Motors noch eine genügende Steigleistung aufweisen, um beim Start über Hindernisse am Platzrand hinwegzukommen und auf der Strecke befindliche Bergketten in genügender Sicherheitshöhe zu überfliegen. Bei der Landung muß das Flugzeug normalerweise innerhalb von 60 % der vorhandenen Platzlänge zum Stillstand gebracht werden können, um eine genügende Sicherheit gegen Witterungseinflüsse oder Pilotenfehler aufzuweisen. Bei etwaiger mißglückter Landung muß auch mit ausgefahrenen Rädern und gesenkten Landeklappen eine genügende

Steigfähigkeit vorhanden sein, um sicher zu einer zweiten Platzrunde durchstarten zu können. Zudem sind Minimalreserven an Betriebsstoff vorgeschrieben, bei deren Berechnung der voraussichtliche Gegenwind und die Möglichkeit der Umleitung auf einen anderen Ankunftsflughafen sowie eine «Wartezeit» über dem Landeplatz berücksichtigt sein müssen. Diese Reserven sind besonders bei Ozeanflügen beträchtlich; so muß zum Beispiel auf der Nordatlantikstrecke westwärts im Winter mit einem mittleren Gegenwind von bis zu 90 km/h gerechnet werden, der die Fluggeschwindigkeit um diesen Betrag verringert.

Besonders einschneidend ist die Erfüllung der geforderten *Sicherheiten beim Start*: es wird dabei angenommen, daß eine Motorpanne gerade im kritischen Moment, also etwa beim Verlassen des Bodens, eintreten kann, so daß sich der Pilot entscheiden muß, ob er alle Motoren abstellen



Bild 4: Douglas DC-4, das in großer Zahl verwendete viermotorige Langstreckenflugzeug für 44 Passagiere, das auch bei der Swissair besonders für Überseeflüge in Dienst steht. Sein maximales Fluggewicht beträgt 33,8 Tonnen, die Spannweite 35,8 Meter. Startleistung pro Motor 1450 PS.

und innerhalb des vorhandenen Platzes wieder landen oder ob er mit der verbleibenden Motorleistung weitersteigen will. In einem solchen Fall sind die viermotorigen Flugzeuge gegenüber den zweimotorigen im Vorteil, da für sie der Leistungsausfall nur ein Viertel der Gesamtleistung ausmacht. Die für den Mittelstreckenverkehr Verwendung findenden modernen zweimotorigen Verkehrsflugzeuge besitzen daher in erster Linie besondere Einrichtungen zur Verbesserung des Startvorganges, wie extreme Breitblatt-Propeller zur Vergrößerung des Propellerschubes, automatische Verstellvorrichtung der Propellerblätter in die luftwiderstandsvermindernde «Segelstellung» bei Leistungsabfall eines Motors, Hochleistungsanlagen zum raschen Einziehen des Fahrwerkes direkt nach dem Abheben (es wird eine Einziehzeit von 5 Sekunden angestrebt), Wassereinspritzung zur Leistungserhöhung der Motoren beim Start und Servosteuerung für das Seitensteuer zum möglichst mühelosen und raschen

Ausgleich der bei Motorausfall entstehenden unerwünschten Kursabweichung.

Neben diesen Leistungsforderungen wird auch einer Reihe von besonderen Ausrüstungen im Flugzeug großer Wert beigemessen. So muß zum Beispiel eine gut funktionierende Enteisungsanlage für Flügel, Leitwerk, Propeller und Vergaser vorhanden sein (vgl. den Aufsatz im Prisma vom Februar 1947). Wichtig sind ferner die Einrichtungen zur Brandwarnung und -verhütung. An brandgefährdeten Orten werden hierfür auf Temperatur oder Rauch ansprechende Warngeräte sowie ausgedehnte CO₂-Löschanlagen eingebaut.

Die Früchte dieser in letzter Zeit besonders geförderten Maßnahmen zur Erhöhung der Sicherheit im Luftverkehr beginnen sich bereits zu zeigen; sie werden wesentlich dazu beitragen, uns dem großen Ziele der vollkommenen Eingliederung des Verkehrsflugzeuges in das alltägliche Leben einen großen Schritt näher zu bringen.