

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Band: 101 (1983)
Heft: 3

Artikel: Wie entsteht ein Verkehrsflugzeug?: Fluggesellschaften beeinflussen den Flugzeugbau
Autor: Loepfe, Otto
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-75043>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 22.11.2024

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

Marris 1967). This frequency is 30 000 times greater than the angular speed of the earth's rotation at that latitude.

The generation of the strong vortex in the bath-tub arises therefore from the transfer of the circulation by the radial flow which is associated with the strong radial flow along the vortex surface, induced by the drain through the outlet pipe, i. e. by the gravity field of the earth. As the shear layer of the swirl flow on this surface will also induce a radial velocity, a strengthening of this will occur. This strengthening will be the stronger, the greater the swirl velocity of the vortex core. A nonlinear increase of the intensity of the vortex with time will therefore take place, until a critical condition of the prevention of a further increase is reached (Y. N. Chen 1979 a).

Evidence of wave generation on potential vortex

As shown by A. M. Binnie and G. A. Hockings 1948, the axial velocity through the throat of the inner core of a bath-tub vortex, i. e. the minimum cross section of the flow in the drain pipe, is equal to the travelling velocity of a wave, being similar to a gas flow through a nozzle at whose throat the streaming velocity is identical

with the local velocity of sound. From the evaluation of the measurement results of these authors, we can infer that we are here dealing with a wave similar to the tidal wave propagating along a river whose depth is small compared with the wavelength. This wave is formed under the effect of gravity due to existence of a free surface. The travelling velocity of the wave is equal to $(g h)^{1/2}$, where h is the depth of water and g is the gravity acceleration. For the bath-tub vortex of a strong swirl-flow through the throat, its free surface stays in the centrifugal acceleration field, v_p^2/r . With Δr as the width of the annular space of the throat, the travelling velocity of the wave will be

$$(18) \quad (\Delta r v_p^2 / r)^{1/2}$$

where r and v_p can be supposed to be the average values over the throat. This theory yields values corresponding very well to the experimental results obtained by Binnie and Hockings.

This type of wave is not restricted to the throat of the vortex. Binnie and Hockings observed wave patterns on the entire free surface of the corresponding potential vortex with modes of $s = 0$ and 1 (number of the nodal diameters). The number of the nodal circles m extends from 0 to 4, see Fig. 10. The depth of water in the bath-tub

(h) and the gravity acceleration (g) will determine the wave speed here. These wave patterns correspond very well to the theoretical prediction for the natural vibrations of water in a circular basin without drain (i. e. without vortex formation), for which the solution is given by the roots of the Bessel function $J_s(kr) = 0$, as already cited in a previous chapter. This means that the existence of a strong potential vortex with a strong swirling flow in the central region on one hand and with an intense air core on the other hand has little effect on the general behaviour of the tidal waves of the water. The potential vortex itself is in a stage of equilibrium. It theoretically has no damping capability to oppose the generation of the tidal waves. The water will behave itself just as if it were at a standstill without vortex motion.

The tidal waves appear to be self-excited by the interaction of the surface flow c along the water/air interface (Fig. 9) with the main body of the potential vortex. The toroidal ring vortex formed by the two flows c and a' probably acts as an additional source for this excitation due to its instability nature (Y. N. Chen 1979 b).

Part II: "Disintegration of the swirling solar nebula disk into vortices of the infant planets due to self-excited vibration caused winds" in the next issue of this journal (20.1.83)

Wie entsteht ein Verkehrsflugzeug?

Fluggesellschaften beeinflussen den Flugzeugbau

Von Otto Loepfe, Kloten

Waren früher die Flugzeughersteller beim Bau eines neuen Flugzeuges sozusagen alleinbestimmend, so spielen heute namhafte Fluggesellschaften bereits bei der Entwicklung eine wichtige Rolle. Der nachfolgende Beitrag soll einen Überblick über die planerischen Tätigkeiten und Entscheidungen geben, die der Einführung eines neuen Flugzeuges vorangehen.

Wie in anderen Produktionsgebieten, gaben auch in der Flugzeugindustrie vor 30 Jahren die Techniker den Ton an. Sie bauten ein Flugzeug nach besten aerodynamischen und strukturellen Erkenntnissen, stellten es vor den Hangar und beauftragten die Verkäufer, das entwickelte Produkt an den Mann zu bringen. Auf diese Art entstanden noch die DC-4 und DC-5 der Douglas Aircraft Corporation. Während die DC-4 erfolgreich war, erwies sich die DC-5 als ein Fehlschlag ersten Ranges, ganz einfach, weil sie am Markt vorbeikonstruiert worden war. So wurden von diesem Typ lediglich 12 Exemplare gebaut. Bei der Auslegung der darauffolgenden DC-6 hat die American Airlines

ein gewichtiges Wort mitgesprochen und war massgeblich am Erfolg beteiligt.

Misserfolg gleich Untergang

Heute ist die Entwicklung eines Passagierflugzeuges - vor allem dann, wenn neue Techniken angewendet werden - mit derartigen Kosten verbunden, dass ein Misserfolg dem Untergang eines Unternehmens gleichkommen kann. Man spricht gegenwärtig von *Entwicklungskosten in der Grössenordnung von 1,5 Mrd. Dollar für ein neues Flugzeug*. Es braucht Verkäufe von 300 bis 400 Flugzeugen innerhalb von zehn Jahren,

um die Kosten wieder hereinzubringen. Die amerikanische Lockheed Aircraft Corporation hat es nicht geschafft. Nach einem Bestellungseingang von nur 234 Tristar 1011 sieht die Firma keine Möglichkeiten mehr, im Bereich der zivilen Transportflugzeuge aus den roten Zahlen herauszukommen. Lockheed hat deshalb beschlossen, auf das Jahr 1984 die Produktion einzustellen. Opfer ist ein an sich gutes und bewährtes Verkehrsflugzeug.

Um den Risiken eines Misserfolges zu begegnen, setzt man Heerscharen von Fachleuten ein. Diese analysieren den weltweiten Markt und untersuchen den Bedarf der Fluggesellschaften bezüglich Anzahl, Grösse und Reichweite. Auch die Pläne der Konkurrenz werden aufmerksam verfolgt.

Da von den ersten Ideen bis zum Einsatz eines Zivilflugzeuges normalerweise etwa fünf Jahre verstreichen, sind solche *Marktprognosen* natürlich mit *grossen Unsicherheiten* behaftet. Trotzdem wird ein grosser Aufwand betrieben. Beispielsweise führen alle Hersteller das Swissair-Streckennetz in ihrem Computer und wollen viel besser als

Swissair selbst wissen, wie dieses in einem halben Jahrzehnt aussehen wird. Vor etlichen Jahren wurde uns so mit einer Detailstudie «bewiesen», dass wir die Concorde bestellen müssen, wenn wir weiter erfolgreich Luftverkehr betreiben wollen!

Man spricht miteinander

Gespräche mit den Luftverkehrsgesellschaften können den Herstellern das Risiko wohl nicht ganz nehmen, jedoch mindestens zeigen, in welcher Richtung sich ihre Anstrengungen bewegen sollen.

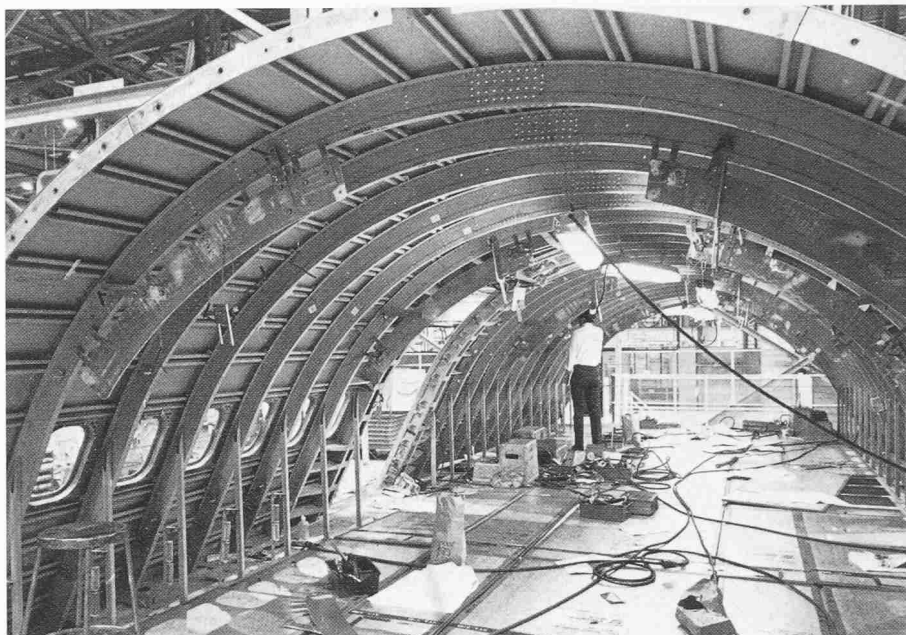
Momentan wird von einem neuen 150plätzigem Flugzeug gesprochen. Der Anstoss stammt vor allem von Delta und United Airlines, die für die zweite Hälfte dieses Jahrzehntes einen Ersatz ihrer Boeing-727-Flugzeuge suchen. Es macht den Herstellern dabei Sorgen, dass die Wartungskosten und der Brennstoffverbrauch um etliches tiefer liegen sollten als bei modernen heutigen Flugzeugen. Dieses Ziel kann aber nur durch Anwendung der neuesten technischen Erkenntnisse erreicht werden. Andererseits treibt der Entwicklungsaufwand den Preis des Flugzeuges in enorme Höhen.

Nach sorgfältiger Marktanalyse werden die *ersten Auslegungsdaten* festgelegt: Anzahl der Triebwerke, Reichweite, Passagierzahl und Frachtvolumen; Auslegung der Kabine auf Grossraum mit zwei Gängen oder schmalen Rumpf mit einem Gang.

Das *schmale Flugzeug* ist für Passagierzahlen bis 200 wirtschaftlich gesehen eindeutig im Vorteil; wird die unterschiedliche Frachtkapazität eingerechnet, dürfte die kritische Grösse bei 180 Sitzen liegen. Das *Grossraumflugzeug* hingegen hat für Passagiere eine *grössere Anziehungskraft*. Der Entscheid ist um so schwieriger, als die Meinungen der einzelnen Fluggesellschaften geteilt sind. In dieser Phase nun braucht der Hersteller einen ersten wichtigen Kunden, der weiss, was er will, sonst verbleibt das Projekt auf der langen Bank.

Für Derivate bestehender Flugzeug-Grundtypen sind manchmal auch kleinere Kunden gut genug. So war die Swissair für die Entwicklung der Langstreckenversion der DC-10, den sogenannten DC-10ER, und den Airbus A310 mitverantwortlich und hat sogar im Alleingang die Douglas Company zum Bau der grossen DC-9-Typen -51 und -81 bewogen.

Mit dem Konzept der *Flugzeugfamilie* können die Entwicklungskosten auf eine grössere Anzahl Flugzeuge abge-



Das verlängerte Oberdeck der neuen Boeing 747-300 im «Rohbau»

wälzt werden. So haben die Boeing-Flugzeuge 707, 720, 727, 737 und 757 alle den selben Rumpfvorderteil. Noch näher verwandt untereinander sind die Douglas-DC-9-Typen.

Die potentielle «*Launching Airline*» hat die Möglichkeit, die Auslegung des geplanten Flugzeuges massgeblich zu beeinflussen und ihre eigenen Ideen zu verwirklichen.

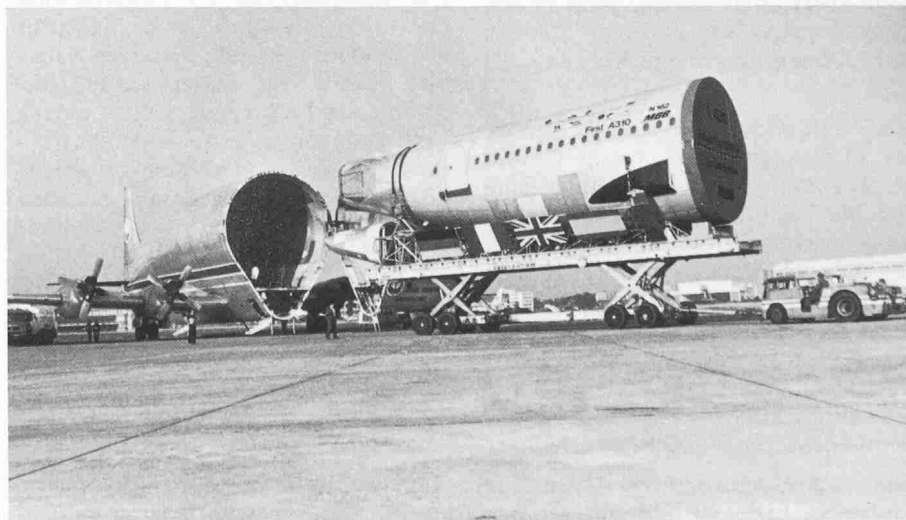
Individuelle Wünsche

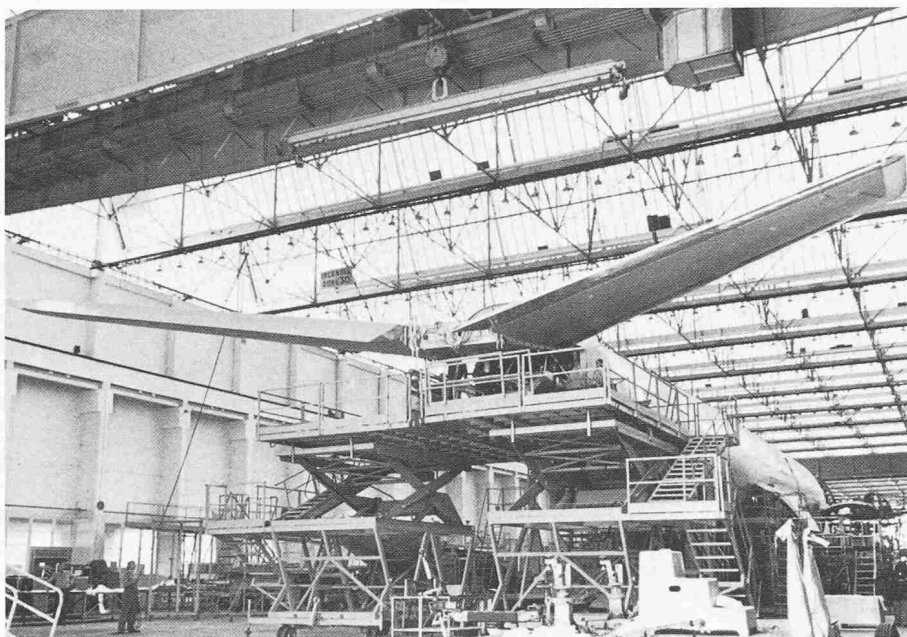
Es ist immer wieder interessant festzustellen, wie unterschiedlich die Wünsche der Fluggesellschaften an ein Flugzeug sein können, bedingt durch das *Einsatzprofil*, den gewünschten *Service-Standard*, das traditionelle *Company-*

Image, seine *Umweltfreundlichkeit* und nicht zuletzt abhängig von der mehr oder weniger grossen Aufgeschlossenheit der Geschäftsleitung gegenüber technischen Pionierleistungen.

Es ist ebenso interessant festzustellen, wie verschieden sich der Airbus A310, unter dem Einfluss einiger europäischer Airlines, vor allem Lufthansa, KLM und Swissair, gegenüber der Boeing B-767, entwickelt hat. Die letzte wurde durch die Forderungen einiger amerikanischer Gesellschaften geprägt. Während für die A310 von Anfang an ein vollständig neues Cockpit-Konzept für 2-Mann-Operation entwickelt wurde, waren in der B-767 hierfür vorerst nur bescheidene Ansätze vorhanden. Die A310 erhält einen Frachtraum, der selbst die grössten international verwendeten Paletten aufnimmt. Auf der

Für den Transport der schweren Bauteile von den dezentralisierten Produktionsstätten zum Montageort Toulouse setzt Airbus Industrie den «Super Guppy» ein





Die Montage des Höhenleitwerks der A310 in Toulouse

B-767 hingegen müssen kleine, unhandliche Spezialcontainer eingesetzt werden. Diese verunmöglichen den speditiven Umlad der Fracht von einer Gesellschaft zur anderen.

Standardisierung

Da auch die Fluggesellschaften preislich davon profitieren, wenn grosse Stückzahlen eines möglichst gleichen Produktes gebaut werden können, sind seit Jahren Tendenzen im Gange, sich mit dem Ziel untereinander abzusprechen, eine *möglichst grosse Standardisierung* zu erreichen.

Der Hersteller versucht ein sogenanntes *Basisflugzeug* zu definieren, das mit zusätzlichen Einrichtungen versehen werden kann. Dabei ist wichtig, dass diese Zusätze in der Basisauslegung berücksichtigt und während der Versuchsflüge ausgetestet werden. Man ist bestrebt, von Anfang an einen Katalog von Ausrüstungsmöglichkeiten zu schaffen.

Nach zahlreichen Vorstudien nimmt das Flugzeugprojekt langsam Gestalt an. Die Planer, die Marketing-Leute und die Techniker auf beiden Seiten einigen sich auf die Ablieferungstermine, Leistungsdaten, Motorengrößen und anzuwendende Techniken. Und eines Tages wird unter Fanfarenklängen mittels «Letter of Intent» (auf Deutsch auch Absichtserklärung) die Beststellungsabsicht bekanntgegeben, worauf das Projekt Grünlicht erhält.

Nun wird in gemeinsamer Arbeit eine *Grobspezifikation* erstellt, auf der sich

ein formeller Kaufvertrag aufbauen lässt. Weiter ins Detail gehend, stellt darauf der Hersteller technische Lösungen für Kabine, Küchenordnung, Toiletten, Noteinrichtungen, Klimatisierung usw. vor. Die Cockpit-Instrumentierung wird in einem 1:1-Modell präsentiert. Die Anforderungen an die Navigation und die automatischen Flugeinrichtungen werden festgelegt. Auch ganze Kabinenabschnitte werden im Massstab 1:1 gebaut.

Die Basissysteme der Hydraulik, Pneumatik und Stromversorgung werden durch Bremstemperatur-Messsysteme, Pneudruckanzeigen, Registriergeräte für Flugdaten, automatische Frachtladesysteme usw. ergänzt. Gleichzeitig werden, meist unabhängig vom Flugzeug, Verhandlungen mit denjenigen Triebwerkherstellern aufgenommen, die eine geeignete Motorengröße anbieten können.

Die ursprüngliche Grobspezifikation der A310 ist im Laufe der Zeit mit über 600 Änderungen und Zusätzen versehen worden. Aus dieser Auswahl bestimmt der Flugzeughersteller, welche Einrichtungen in die Standardausführung aufgenommen werden und welche nur gegen spezielle Bezahlung zu haben sind.

Spezifikationsteam

Für die Erstellung der Detailspezifikation – ein Prozess, der zwei bis drei Jahre dauert – ist bei der Swissair eine eigens dafür geschaffene *Koordina-*

tionsgruppe verantwortlich. Sie funktioniert analog einer Baukommission bei einem öffentlichen Bauwerk. Die Anforderungen an das Flugzeug werden von allen Seiten an diese Gruppe herangetragen. Sie lässt die entsprechenden Offerten von den Herstellern ausarbeiten und überwacht die Einhaltung des Beschaffungskredites.

Die Erarbeitung des *Kaufvertrages* – eine mehrmonatige Übung – wird bei der Swissair von einer weiteren Arbeitsgruppe erledigt. In ihr sind Mitarbeiter des Planungsdienstes, des Rechtsdienstes, des Einkaufs, der Ingenieurabteilung, der Finanzabteilung und der Operation vertreten. Neben Garantien und Ablieferungsdaten werden Zahlungstermine, Ausbildungsprogramme für Materialeinkäufer, Piloten und Mechaniker ausgehandelt. Ferner wird festgehalten, welche Geräte und Einrichtungen nicht vom Flugzeughersteller geliefert werden sollen.

Es gibt Ausrüstungseinrichtungen, welche die Fluggesellschaften in eigener Regie beschaffen wollen, und zwar aus verschiedenen Gründen. So möchte man das bereits in der Flotte vorhandene Essgeschirr und Besteck weiterhin verwenden. Dadurch ergeben sich bestimmte Tabletgrößen, mit denen die Einschubfächer der Kücheneinheiten übereinstimmen müssen.

Bei aller technischen Zusammenarbeit in Europa darf nicht vergessen werden, dass die Gesellschaften im Grunde genommen doch gegeneinander im Konkurrenzkampf stehen und um die gleichen Passagiere werben. Jede Airline versucht etwas Besonderes anzubieten. Deshalb werden die Kabinen individuell gestaltet, die Aufteilung zwischen Erstklasse resp. Business-Klasse und Economy je nach individuellem Bedarf vorgenommen und auch die Auswahl der Passagiersitze nicht gemeinsam durchgeführt.

Gewisse Geräte bleiben in den Flugzeugen über mehrere Generationen gleich. Radioempfänger und -sender, Wetterradar, Flugdatenschreiber, Film- und Musikgeräte werden wohl technisch laufend verbessert, bleiben in ihrer Funktion aber unverändert. Meist wurden dafür internationale Normen geschaffen. So kann ein Radioempfänger von Collins jederzeit gegen einen Radioempfänger von Bendix oder Sperry ausgetauscht werden. Die Luftverkehrsgesellschaften kaufen deshalb diese Geräte paketweise für die ganze Flotte ein. Analog erfolgt auch die Beschaffung der Kaffeemaschinen, Schwimmwesten, Arzneikisten, Sitzüberzüge, Teppiche, Mahlzeitenwagen usw.

Dezentralisierte Herstellung

Lange bevor die Spezifikation des Flugzeuges abgeschlossen ist, hat der Hersteller mit der *Konstruktion* begonnen, vorerst für die Teile, die umfangreiche Vorrichtungen benötigen. Der ganze Flügelkasten wird zum Beispiel in Lehren gebaut, für die aufwendige Schmiedeteile gebraucht werden. Fahrwerke sind aus hochlegiertem Stahl gemacht, der nur in spezialisierten Stahlfirmen zu bekommen ist. Gewöhnlich sind auch umfangreiche *Vergrößerungen der Produktionsstätten* nötig, es sei denn, die Herstellung werde wie für die A310 dezentralisiert an verschiedenen Orten vorgenommen. Ganze Rumpfabschnitte der A310 werden zum Beispiel in *Hamburg*, in der *Normandie* und in *Bremen* gebaut und mit Spezialtransporter für die Endmontage nach *Toulouse* geflogen. Der *Flügel* kommt aus *England*, die *Landeklappen* aus *Holland*, das *Höhenruder* aus *Spanien*.

Die Amerikaner kennen ähnliche Vereinbarungen. So wird der DC-10-Rumpf grösstenteils in *San Diego* gebaut, und der Flügel der DC-9 wird aus *Kanada* mit der Bahn nach *Long Beach* transportiert.

Hohe Investitionen

Diese Investitionen verlangen ein finanzkräftiges Unternehmen, denn das ausgegebene Kapital kommt erst Jahre später, mit den ersten Auslieferungen, tropfenweise wieder zurück. Schon geringe Verzögerungen im Programm können leicht zu finanziellen Engpässen führen. Douglas Aircraft Company stand während der Entwicklungsphase der DC-9, trotz vollen Bestellbüchern, vor einer schwierigen finanziellen Situation. Sie konnte nur dank der Übernahme von McDonnell weiterbestehen, da sich alle Banken – zu Unrecht, wie sich später herausstellen sollte – abweisend verhielten.

Flugzeugprojekte wollen also gut überlegt sein, und es ist nicht verwunderlich, dass sogar die grössten Hersteller dazu übergehen, *Risikopartner* zu suchen. Beispielsweise sucht Airbus Industrie, selber ein zusammengesetztes Gebilde, einen Partner in *Japan* für den Bau der A320.

Die grosse Stunde der Medien und des Herstellers ist der *Rollout*, der Tag, an dem das erste Flugzeug die Produktionshallen verlässt und der Flugtest-Organisation zur Ausrüstung mit Messeinrichtungen übergeben wird. Gleichzeitig beginnen an einer speziell gebau-

ten Zelle die *Strukturermüdungsversuche*, die so angesetzt werden, dass sie den im Einsatz stehenden Flugzeugen stundenmässig voraus sind.

Umfangreiche Flugerprobung

Die eigentliche Flugerprobung läuft in verschiedenen Phasen ab, wozu drei bis fünf Flugzeuge eingesetzt werden. Zuerst gilt es, die *Flugtüchtigkeit* soweit unter Beweis zu stellen, dass das Flugzeug ab normalen Flugplätzen operieren darf. Darauf folgt das *Erproben der Flugeigenschaften* (Abreissgeschwindigkeit, Maximalgeschwindigkeit, Stauereigenschaften), *Verifizierung der strukturellen Sicherheit* (Flattereigenschaften der Tragflächen), *Überprüfung der Systemkonzepte* und ihrer *Ausfallsicherungen* und *Erfliegen der Leistungsdaten* in Start und Landung.

Die Flugversuche dauern etwa ein Jahr, während die Produktionslinie bereits auf Touren arbeitet. Konstruktionsänderungen, die sich durch das Testverhalten aufdrängen, werden an allen bereits produzierten Flugzeugzellen nachvollzogen. Diese Methode ist sehr kostspielig. Aus zeitlichen Gründen kann sich jedoch heute kein Hersteller mehr erlauben, die Resultate der Flugversuche abzuwarten, bevor die Produktion aufgenommen wird.

Es werden daher alle Anstrengungen unternommen, durch rechnerisch-analytisches Vorgehen, unterstützt von Windkanalversuchen und Funktionstests einzelner Systeme, das Verhalten des Flugzeuges im voraus zu ermitteln.

Vor der Ablieferung wird jedes Flugzeug von Swissair-Piloten auf Herz und Nieren geprüft. Schon im Vertrag ist der Übernahmemonat festgehalten. Die Abnahmeflüge werden solange fortgesetzt, bis die anfänglichen Mängel behoben sind.

Von diesem Zeitpunkt an läuft die *Werkgarantie*, festgehalten in einem komplizierten Abschnitt des Kaufvertrages. Die neuen *Zertifizierungsprogramme* umfassen neben der technischen Evaluation des Flugzeuges auch eine *Analyse der Arbeitsbelastung im Cockpit*, die massgebend für den Entscheid ist, ob der bestimmte Typ mit zwei oder drei Mann im Cockpit betrieben werden soll. Diese Evaluation umfasst bei der A310 theoretische Vergleichsstudien verschiedener Cockpits, Arbeiten in einem Modell sowie Beobachtungen auf simulierten Linienflügen. Die DC-9-81 wurde vor dem Abschluss der Zertifizierung während meh-

rerer Wochen im nordöstlichen Korridor der Vereinigten Staaten linienmässig eingesetzt.

Die *Materialien* sind auf *Feuerfestigkeit* und *Abgabe von giftigen Gasen* unter Hitzeeinwirkung zu testen. Ferner müssen minimale Durchgänge für Notevakuierungen vorhanden sein. Auch ist auf die strategisch richtige Verteilung der Notausrüstung zu achten, darunter fallen Megaphone, Feuerlöscher, Schlauchboote, Sauerstoffmasken, Taschenlampen usw.

Mit zwei tiefgeflogenen Passagen über dem Heimatflughafen wird jeweils das erste Flugzeug einer neuen Serie von der Swissair in Kloten empfangen.

Vorerst steht das neue Flugzeug noch für eine bestimmte Zeit am Boden, einmal, um alle die Verbesserungen auszuführen, die der Hersteller nicht mehr in seiner Produktionslinie einschliessen konnte, und zweitens, um alle die kleinen Zusatzeinrichtungen, wie Bleistifthalter und Flaschenöffner, einzubauen, die über den Hersteller bezogen viel teurer wären.

A310 und B-747 SUD bald im Einsatz

Im März 1983 wird gemäss Plan der erste Airbus A310 an die Swissair ausgeliefert. Genau vier Jahre vorher, nämlich am 15. März 1979, war der Kaufvertrag für zehn Flugzeuge unterzeichnet worden. Die ersten Gespräche reichen sogar in den Herbst 1977 zurück.

Im Frühjahr 1983 wird die Swissair auch ihren ersten neuen Jumbo, Boeing-747B, mit dem gestreckten Oberdeck erhalten.

Beide Typen werden durch Triebwerke allerneuester Bauart angetrieben, mit denen bedeutende Brennstoffeinsparungen erreicht werden.

Die A310 ist ausserdem eine Neuentwicklung in bezug auf Anwendung digitaler Elektronik, automatischer Navigationseinrichtungen und Darstellung der Flugparameter auf Schirmbild.

Für die Passagiere ist vor allem interessant, dass A310 sowie B-747B für automatische Landungen bei minimaler Sicht ausgelegt sind. Dadurch wird die Wetteranfälligkeit geringer, was sich in erhöhter Pünktlichkeit auswirken sollte.

Nach einem vor dem ZIA gehaltenen Vortrag.

Adresse des Verfassers: O. Loepfe, dipl. Masch.-Ing. ETH/SIA, Direktor Technik, Swissair AG, 8058 Zürich-Flughafen.