

A310 Top oder Flop

D. Schmitt, ARTS-DS Frankfurt/M

Zusammenfassung

Der Airbus A310 war das zweite Flugzeug, das das Airbus Konsortium, bestehend aus Flugzeugfirmen aus Frankreich, Deutschland und England im Jahre 1978 gestartet hatte. Nach dem Airbus A300, musste das Airbus Konsortium recht bald ein Nachfolgemodell präsentieren um am Markt seine Glaubwürdigkeit zu unterstützen, dass der A300 keine Eintagsfliege war. Es gab 2 Ideen:

- a) entweder eine kleinere Version der A300 zu entwickeln, die als A300-B10 schon angedacht war
- b) oder ein Single-Aisle Flugzeug zu entwickeln, das der B727 Konkurrenz machen könnte.

Beide Konzepte hatten starke Befürworter und auch am Markt gab es Interesse für beide Produkte. Die deutsche Seite, vertreten durch Lufthansa und Swissair, wollte von Airbus den kleineren Airbus (200 Sitze als Kurz- und Mittelstrecken-Flugzeug), aber mit einem optimierten Flügel – die französische Seite unterstützt, von Air France wollte lieber ein Kurzstreckenflugzeug (Single-aisle Rumpf, mit 150 Sitzen), als Nachfolger für Mercure und Boeing B727.

Letztendlich hatten sich die deutsche Seite mit Lufthansa und Swissair durchgesetzt und mit je 25 Bestellungen ein sehr attraktives Auftragsvolumen in Aussicht gestellt, worauf Airbus dann entschied, zunächst eine A310 zu bauen und die A320 auf später zu verschieben. Wenn man die Verkaufserfolge der A310 über die nächsten Jahre ansieht, so war diesem Flugzeug kein sehr nachhaltiges Leben beschieden. Von der deutschen Presse wurde die A310 auch als Milliardengrab (Spiegel) bezeichnet. Wenn man bedenkt, dass die A300 B2/B4 eigentlich ein gut proportioniertes Flugzeug war, ist es heute kaum mehr nachvollziehbar, warum das Airbus Konsortium sich für den Bau einer kleineren Version des A300 entschieden hatte, dazu noch mit neuem Flügel, optimiert für Kurzstrecken, ohne Stretchpotential, so erscheint aus heutiger Sicht, dass dies eine nicht sehr kluge Geschäftsentscheidung gewesen war. Also ein Flop, was man auch angesichts der mäßigen Verkaufszahlen nur bestätigen kann.

Aber mit der A310 wurden sehr wichtige neue Technologien entwickelt (erster transsonischer Flügel, das 2 Mann Glas-Cockpit, das erste CFK-Seitenleitwerk, etc.), die damit die überlegene Technologiebasis für die A320 vorbereiteten.

In diesem Vortrag soll noch einmal die schwierige Entscheidung von Airbus nachvollzogen werden, die damals in den Jahren 1976 – 1978 bei Airbus gefällt werden musste.

Aus heutiger Sicht erscheint die A310 wie ein Flop von Airbus, aber es gibt auch gute Argumente, die Entwicklung der A310 als die strategische Schicksals- (Glücks)entscheidung zu sehen, die den Durchbruch für Airbus am Weltmarkt eingeleitet hat.

Keywords

Luftfahrt; Airbus A310, Flugzeugprogramm, Technologien, Ökonomie, Luftfahrtgeschichte

1. Executive Summary

Es werden hier 3 verschiedene Rückblicke auf die schwierige Entscheidung zum Bau der A310 von Airbus im Zeitrahmen 1975 – 1980 dargelegt. Die erste Sichtweise beschreibt das Familienkonzept der Airbus Wide-Body Programme, worin die A310 als verkürzte Rumpfversion eigentlich keinen neuen Flügel besitzen sollte.

Die zweite Sichtweise zeigt anhand von persönlichen Aufzeichnungen des damaligen Technischen Direktors von Airbus, Jean Roeder, welche Uneinigkeit bei den vermeintlichen Partnern herrschte und wie die Konkurrenz auch versuchte, das neue Airbus Konsortium zu destabilisieren

Die dritte Sichtweise zeigt die starken Innovationen, die damals von den 3 Airbus Partnern unternommen wurden, um die Kompetenz und Seriosität der europäischen Luftfahrtindustrie zu demonstrieren. Eine kurze Bewertung rundet die Betrachtung ab und lobt 2 wichtige Persönlichkeiten, die sich um das A310 Programm verdient gemacht haben.

2. Gliederung

3. Einleitung: Airbus A300 und was nun??
4. Sicht der „Spezialisten für Flugzeugentwurf“ (FPO - Sicht)
5. Sicht Jean Roeder – Historische Entwicklung
6. Technologische Neuerungen der A310 gegenüber der A300
7. Bewertung des A310 Entwurfes – (Top oder Flop?!)

3. Einleitung

Es soll hier nur kurz die Geschichte von Airbus skizziert werden, soweit sie für die Vorbereitung des Airbus Programms A 310 wichtig ist.

Airbus Industrie (AI) wurde 1970 gegründet. Ein Jahr zuvor, im Jahre 1969 wurde für das A300 Programm das Startzeichen gegeben.

Der Rumpfquerschnitt der A300 war mit einem Rumpfquerschnitt von 5,64 m Durchmesser und einer

8-abreast Sitzanordnung (s. [1]) sehr klug gewählt. Als weitere Besonderheiten war die A300 das erste Wide-body Flugzeug mit nur 2 Triebwerken. Eigentlich sollte die A300 eine Marktlücke als 250-300 Sitzler im Kurz- und Mittelstreckenbereich (SR/MR) füllen. Der Markterfolg war jedoch sehr mäßig, der US-Markt war überhaupt nicht interessiert und auch die europäischen Airlines zeigten nur wenig Interesse. So wurde die A300 B2 recht schnell zur B4 mit größerer Reichweite entwickelt und diese erhielt ihre Zulassung im März 1975.

Der Anfangserfolg von Airbus zeigte, dass die europäischen Flugzeughersteller, die bei Airbus zusammenarbeiteten, erfolgreiche Flugzeuge bauen, zulassen und vermarkten konnten.

Aber dieser Anfangserfolg benötigte eine Fortsetzung und Airbus und seine Partnerfirmen hatten schon sehr schnell ein ganzes Familienkonzept um den A300 Rumpfquerschnitt entwickelt (s.Bild3) und die Varianten hießen A300 B9, B10 und B11. Die Marktsondierungen zeigten, dass zunächst eine kleinere Version der A300 B4 interessant wäre, die als Konkurrent und Nachfolger der sehr erfolgreichen B727 ablösen könnte. Parallel dazu gab es verschiedene andere europäische Herstellergruppen, die ebenfalls hier dieses Marktsegment der B727 Nachfolge mit einer Single Aisle Version besetzen wollten. Sie hießen JET, CAST, Group of Six, etc.

Airbus Industrie hatte mit der A300 B10 schon eine kleinere Flugzeugversion als Teil des Familienkonzepts der A 3000 und als Konkurrenz zur B 727 entwickelt. Lufthansa und SwissAir waren daran sehr interessiert.

In den nachfolgenden drei Kapiteln werden drei verschiedenen Sichtweisen dargelegt, die im Nachhinein noch einmal unterschiedliche Denkrichtungen zeigen sollen und somit zu einer besseren Bewertung des „historischen Erfolgs der A310“ beitragen sollen, der dann in Kapitel 7 erfolgt.

4. A310 aus Sicht der „Spezialisten für Flugzeugentwurf“

4.1 Familienkonzept am Beispiel der A320

Wie im Flugzeugbau ein Familienkonzept in idealer Weise realisiert werden kann lässt sich am besten am Beispiel des A320 Programms zeigen.



Bild 1. A320 Familienkonzept

Wie in Bild 1 dargestellt, wird aus einem Basisflugzeug wie z.B. einer A320 durch eine

Verlängerung oder eine Verkürzung des Rumpfes eine ganze Familie von Flugzeugen entwickeln, die eine Passagierkapazität von ca. 100 bis 200 Passagieren abdecken können. Bild 2 zeigt, wie dies technisch am sinnvollsten geschehen sollte.



Bild 2. A320 Familienkonzept

Indem sowohl Rumpfsektionen vor und hinter dem Flügel vergrößert und verkürzt werden, und die teuren Rumpfsektionen von Cockpit, Flügelmittelstück und Heck beibehalten werden, kann eine sehr preisgünstige Flugzeugfamilie entwickelt werden. In der Realität gelingt dies nicht vollständig, da es immer Anpassungen und Verstärkungen in gewissen Rumpfteilen, am Flügel, bei den Hochauftriebsselementen und an der Hecksektion mit den Leitwerken gibt, aber diese sind meist gering und können wesentlich kostengünstiger erfolgen als Neuentwicklungen.

4.2 Familienkonzept A 300

Airbus hatte schon sehr früh ein Familienkonzept entwickelt [1], [4]:

Die A300 mit ihrem exzellentem Rumpfquerschnitt von 5,64 m Durchmesser und einer 8-abreast Bestuhlung bildete das Basisflugzeug. Die Familienmitglieder der A300 lauteten:

- B1 Prototyp
- B2 erste Kundenversion
- B4 mit erhöhtem Abfluggewicht und größerer Reichweite
- B9 mit gestrecktem Rumpf (spätere TA9 -> A330)
- B10 mit verkürztem Rumpf (spätere A310)
- B11 mit gestrecktem Rumpf und 4-motorig (spätere TA11 -> A340)

Für die verkürzte Version A300 B10 standen 2 Möglichkeiten zur Auswahl:

- Eine A300 MC - um 12 Spante verkürzter Rumpf (A310 Minimum Change)
- Eine A310 mit Rumpf: A300 -12 Spante aber neuer, punktoptimierter Flügel

Die erste Version, die A310 MC ist natürlich die von der Flugzeugherstellerseite interessantere Variante, da sie sich sehr viel kostengünstiger realisieren lässt. Aber die beiden möglichen Erstkunden, die an einer

kleineren Variante der A300 interessiert waren, lehnten diese Minimum Change Lösung ab und wollten eine A310 mit neuem Flügel, der punktoptimiert sein sollte. Damit war die A310 MC mit der größeren Flügelfläche nicht mehr marktfähig und die junge Firma Airbus musste entscheiden, ob sie eine ganz neue A310 mit neue Flügel produzieren wollte. Sie entschied sich dafür um damit auch das A300 Programm zu stabilisieren. Aber die Kunden wollten auch noch andere Neuerungen integriert haben wie das neue 2-Mann Cockpit und auch eine Modifikation der Hecksektion, die innerhalb der Kabine zu mehr Nutzraum und 2 zusätzlichen Passagierreihen führte.

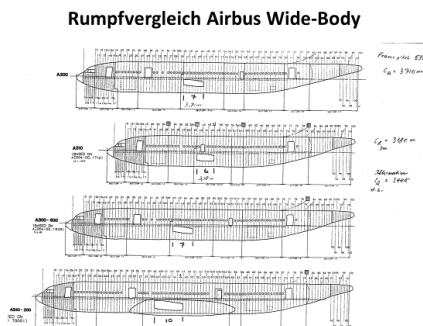


Bild 3. Vergleich verschiedener A300 Rumpf-Varianten

Das A300 Rumpf Konzept von Bild 3 zeigt das Familienkonzept

- Der Rumpf hat 9 Sektionen,
- 3 Front Sektionen (11,12,13),
 - 3 zylindrische Mittel-Sektionen (14, 15/21, 16)
 - 3 Heck Sektionen (17, 18, 19)
- Im normalen Familienkonzept (s. A320) werden nur die Mittelsektionen 14 + 16 modifiziert
- Der A310 Rumpf (der zweite von oben in Bild 3) hat nur die Front Sektionen mit der A300 gleich
 - Durch den neuen Flügel ist die Mittelsektion 15 anders – (6- statt 7-Spante wing box)
 - Das A310 Rumpf Heck ist neu (neue aerodyn. Form, horizontaler Fußboden) und 2 zusätzliche Passagierreihen und dadurch ändern sich auch die Sektionen 18 und 19

Die Realität der A310 sieht letztendlich wie folgt aus:

- neuer Flügel mit nur 218 m² - punkt-optimiert (kein Streckungspotential!)
- Neues Hochauftriebssystem
- Neues Rumpfheck modifiziert
- Neues 2-Mann Cockpit
- Neues digitales Flugsteuerungskonzept
- Neues Seitenleitwerk (CFK)

Mehr technologische Details sind im Kapitel 6 aufgeführt!

Mit all diesen großen Änderungen ist die A310 kein Derivat mehr, sie stellt eine komplette Neuentwicklung dar! Der Antritt von Airbus, hier eine einfache kleinere Version zu produzieren, ist vom Markt nicht akzeptiert worden. Die A310 ist letztendlich eine recht teure Neuentwicklung mit sehr

vielen neuen Technologien (s. Kapitel 6!) und konnte auch nicht als Basis für eine neue Familie genommen werden, da auf Wunsch der Kunden der Flügel recht klein und punktoptimiert sein sollte.

Zählt sich das aus oder wird das **einen Flop ergeben?!!**

Wie die Verkaufszahlen von Airbus zeigen (s. Bild 4), steht die A310 mit nur 255 Verkäufen als schlechtestes Programm dar.

Aus dieser Betrachtungsweise heraus muss das Programm A310 eigentlich als Flop bezeichnet werden.

„Flop“ ist hier verstanden als „technisch wunderbar, aber leider am Markt vorbei!“

Typ	Bestellungen	Auslieferungen	2016 in Betrieb
A300	561	561	240
A310	255	255	96
A320	13243	7660	7329
A330	1685	1354	1324
A340	377	377	287
A350	847	94	94
A380	319	210	209

Bild 4 Verkaufszahlen von Airbus

5. Historische Entwicklung aus Sicht von Jean Roeder

Jean Roeder (1930 – 2015) war damals der Technische Direktor von Airbus Industrie in Toulouse. In seinem persönlichen Nachlass fanden sich sehr interessante Dokumente zur historischen Entwicklung aus der damaligen Zeit. Im Folgenden sind seine Aufzeichnungen hier in Jahrestabellen wiedergegeben (s. auch [3],[4]). Um die Interpretation der Tabellen zu erleichtern sind verschiedene Farben benutzt worden und zwar:

- Blau:** A310 bezogene Ereignisse
- Rot:** Störfelder der Konkurrenz
- Grün:** Industrielle und interne Airbus Ereignisse
- Schwarz:** Airbus interne Produktentscheidungen

1975

- April - A300 B4 erhält Musterzulassung
- MDC präsentiert DC-X-200
- Juni - A300B4 in Dienst gestellt (Germanair)
- A300 B4 erhält FAA-Zulassung
- Sept - Definition der A300 B10 MC abgeschlossen
- Okt. - A300 B10 MC – Blaues Buch für US Markt abgeschlossen
- Erste Überlegungen für eine A300 B10 X (mit neuem Flügel)
- Okt. - Reinhard Abraham (LH) schlägt Studie für ein Mittelstreckenflugzeug mit einer Kapazität von 180 - 200 Sitzen vor
- Dez. - Treffen von LH und SR in München: Gemeinsame Synthese des Bedarfs!
- Dez. - A300 B10 MC ist tot!! (wurde von LH und SR abgelehnt!)

Airbus Verkäufe 1975: 15 A 300

1976

- Febr - AS redet mit Boeing über 7N7-Kooperation
- März - Abschlussbericht der „Group of six“ (Narrow-bodyaircraft, A320 type)
- Juni - Boeing Besuch in Paris und Meeting AI – Boeing in Toulouse
- Juni - Basis-Vereinbarung AI/Boeing zu einer gemeinsamen Studie 7X7 – A300/A310
- July - Principal agreement between French Governmt and Douglas for a study for a Mercure 200ASMR
- Okt. - AI/MDC Studien zu 200- Sitzer Kurz- und Mittelstrecken-Projekt
- Okt. - Erste Projektdaten für A310 X liegen vor
- Nov. - DA Analyse: Zusammenarbeit mit Boeing und MDC z.Zt. nicht zu realisieren!
- Nov. - AI + Partner beschließen B10X Task Force in Toulouse!**

Airbus Verkäufe 1976: 1 A 300 , Gesamte Verkäufe bis 1976 nur 33 !

1977

- Febr - Launch der DC9-80
- März - Ende der Kooperationsgespräche mit MDC und Boeing
- Mai - Eastern Airlines unter F. Borman entscheiden 4 von AI geliehene A300 Flugzeuge für 6 Monate im operativen Einsatz zu erproben.
- Juni - Treffen der Ministerpräsidenten in le Bourget
- Sommer - AS, BAe, VFW, MBB gründen die Projektgruppe JET (Definition eines 150 Sitzer)
- Sept - LH und SR legen gemeinsam erarbeitete Spezifikation für A300 B10 X vor!
- Dez. - Beginn des Versuchseinsatzes der A300 bei Eastern Airlines (NY – Florida)

Airbus Verkäufe 1977: 20 Flugzeuge verkauft - es darf wieder gehofft werden !!

1978

- Probleme mit Eastern in La Guardia wegen zu hoher Fahrwerkslasten für Taxiways
- A300 müssen daher nach Newark; NY Flughafenbehörde sperrt für mehr als ein Jahr La Guardia für A300 aus obskuren Gründen, obwohl dort L1011 und DC10 operieren!
- April - Eastern bestellt 23+9 A300 B4 (2 Monate vor Beendigung der Versuchsphase!)
- Juli - Baumentscheidung für die A310 mit voller Regierungs-unterstützung nach Vorliegen von 70 Vorbestellungen und Optionen von LH, SR, KLM und AF**
- Juli - Boeing entscheidet Launch der B767
- Aug. - AS, DA paraphieren industrielle Zusammenarbeit mit BAe
- Sept.- Boeing entscheidet Launch der B757 nach Auftrag von UAL
- Okt. - Grundsatzentscheidung der Regierungen von F, D und UK für Zusammenarbeit bei A300 und A310
- Nov - Unterzeichnung des industriellen Kooperationsvertrags durch AS, DA und BAe

Airbus Verkäufe 1978: 69 Flugzeuge – 23 für Eastern und 46 andere Kunden

1979

- Jan - UK- Regierung tritt offiziell dem Airbus Programm mit 20% bei
- Febr - Belairbus tritt dem A310 Programm bei
- März - SR Festbestellung für 10 + 10 A 310 (P&W)
- April - LH Festbestellung für 25 + 25 A310 (GE)
- KLM Festbestellung für 10 + 10 A310 (GE)
- April - Umrüstung DC 8 – 60 auf CFM56 entschieden, damit CFM Programm in letzter Sekunde gerettet!
- Mai - Erstflug A300 B2 mit P&W
- Juli - Fokker Beitritt zum A310 Programm
- Einigung der AI Partner, ein SA 150 Sitzer, mit dem sich die Partner in verschiedenen Gruppierungen (JET; CAST;) seit 1972 beschäftigten, der AI zu übergeben!

Airbus Verkäufe 1979: 72 A 300 + 58 A310

1980

- April - Vorprojekt eines SA 150-Sitzers der Partner wird an AI übergeben.
- März - Auseinandersetzung mit Boeing über eine von diesen lancierten Polemiken in der Presse zum Spritverbrauch der A310 gegenüber der B767
- Dez. - Baumentscheidung für A300-600 → Rückfluss von Technologien der A310 in A300

Airbus Verkäufe 1980: 33 A 300 + 16 A310

1981 - 1985

- 02/1981 Bildung einer 25-Mann starken SA - Task Force in Toulouse
- 09/1981 **Erstflug B767**
- 10/1981 Erstflug B4 – FFCC (erstes 2-Mann Cockpit)
- 01/1982 A300 B4 –FFCC zugelassen und bei GARUDA in operation!
- 02/1982 **Erstflug B757**
- 04/1982 Erstflug A310 (über 3 Stunden!)**
- 04/1983 LH + SR übernehmen erste A310 und Flugbetrieb startet
- 07/1983 **Erstflug der A300-600**
- 1983 - Nachweis für gemeinsamen Flügel B11/B9 Flügel erbracht.
- Einfrieren der Geometrie des SA – 150 Sitzers
- 07/1985 Erstflug der A310-300**
- 12/1985 In-Dienst-Stellung der ersten A310-300 durch SR

Airbus Verkäufe 1981: 26 A 300 + 19 A310

Tabelle 5: Historische Entwicklung Airbus (nach Unterlagen von Jean Roeder)

Diese Tabelle 5 zeigt sehr deutlich, dass die Jahre 1975 – 1982 sehr kritisch für die junge Firma Airbus waren.

- Die großen Airbus-Partnerfirmen haben sich auch intensiv mit anderen Konkurrenten unterhalten, einerseits in Europa, aber auch

mit der amerikanischen Konkurrenz. So ganz sicher waren sie sich nicht, ob das neu gegründete Airbus Konsortium sich letztendlich wirklich am Markt behaupten konnte.

- Die geringen Verkaufszahlen in den Jahren 1975-1977 zeigen die Nervosität der Airbus Partner.
- Die roten Einträge zeigen auch die Störmanöver, die von der Konkurrenz gefahren wurden, um das neu gegründete Konsortium zu verunsichern und zu destabilisieren.
- Die grünen Einträge zeigen, dass die europäischen Regierungen auch gefordert und bereit waren, das neue Abenteuer Airbus in Europa zu unterstützen und die Partnerfirmen mit Darlehen zu versorgen.
- Für ein Unterfangen wie es die Entwicklung eines neuen zivilen Flugzeuges darstellt, benötigt man eine staatliche Unterstützung. Die Banken sind nicht bereit ein solches langjähriges Risiko zu finanzieren.

5.1 Technologietransfer von A310 zur A300-600

Die vielen technologischen Neuerungen, die in die A310 eingebaut wurden, sind größtenteils später auch in die A300 eingebaut worden. Die A300 wurde dann als A300-600 weiterentwickelt und hat folgende wichtige Neuerungen der A310 übernommen:

- das neue Rumpfheck
- das 2-Mann Cockpit
- das neue CFK Seitenleitwerk

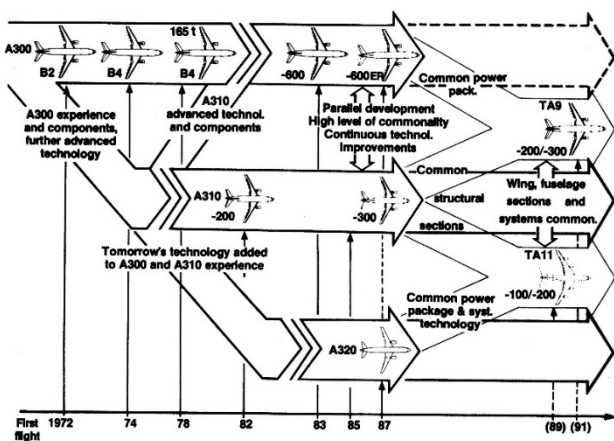


Bild 6. Produktentwicklung A300 Familie

Bild 6 zeigt die technologische Entwicklung der Airbus Familie aus der A300 mit der A310 zur späteren A320 und A330/A340 Familie (hier noch TA9 und TA11 genannt), Dies ist ein Bild aus dem Jahr 1984 und stellt die damalige Vision dar!

6. Technologische Neuerungen der A310 gegenüber der A300

In diesem Kapitel werden noch die wichtigsten technologischen Neuerungen der A310 gegenüber der A300 aber auch den damaligen Konkurrenz-Flugzeugen dargestellt und aufgeführt [1] - [6].

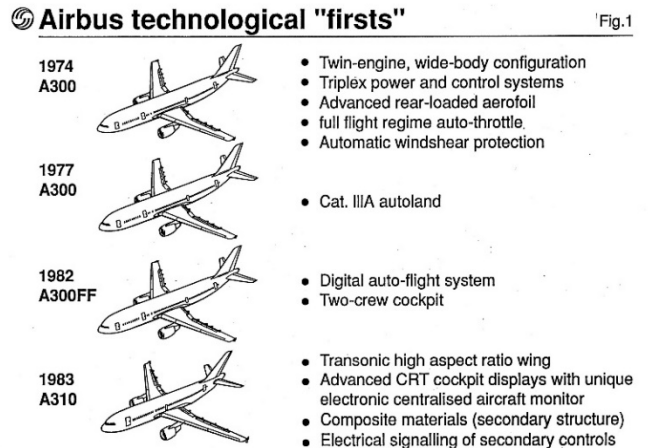


Bild 7. Airbus und seine technologischen Erfolge

Alle Bilder sind aus alten internen Berichten der damaligen Zeit entnommen [1] – [5].

Im Folgenden werden die Innovationen der A310 nach Themengebieten gegliedert. In dieser historischen Zusammenfassung können aber nur die wichtigsten technologischen Weiterentwicklungen dargestellt werden.

6.1 Flugphysik

Die wichtigste Errungenschaft der A310 bildet die konsequente Weiterentwicklung der trans-sonischen Flügelauslegung (Bild 8).[1],[3]

Fortschritt im Flügelprofil - Entwurf

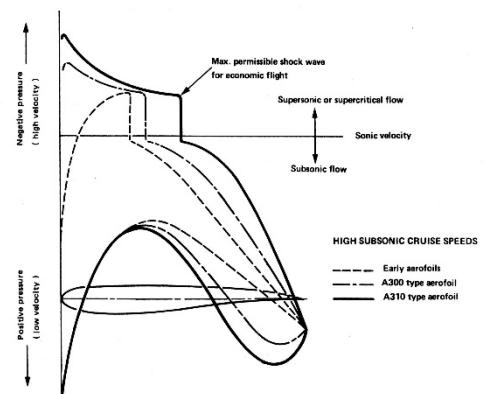


Bild 8. Der Fortschritt der Flügelprofilierung

A300/A310 Flügeltechnologie

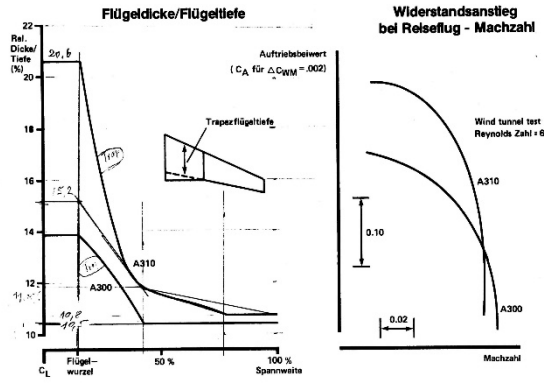


Bild 9. Der Fortschritt der Flügeltechnologie

Wie Bild 8 und 9 zeigen, erlaubt die neue transsonischen Profilierung einen dickeren Flügel zu bauen, der mehr Kraftstoff enthalten kann und auch durch die größere Dicke im Strukturgewichte große Gewichtsvorteile bringt.

A310 Widerstands-Reduzierung

Spanwise Gap at Leading Edge of All Speed Aileron

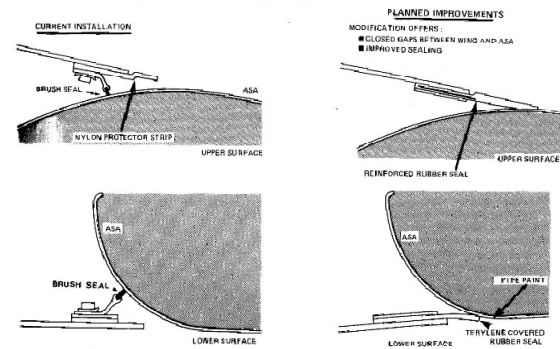


Bild 10. Reduktion des parasitären Widerstands

Die neue transsonische Profilierung hatte auch zur Folge, die kleinen Unebenheiten in der Fertigung der Oberflächen genauer zu analysieren und die Genauigkeiten in der Fertigung sowie die Spalte an Klappen und Steuerelementen aerodynamisch sauberer zu gestalten [6].

6.2 Struktur und Materialien

A310-300 Seitenleitwerkskasten (CFK)

Modular concept, main components bolted together

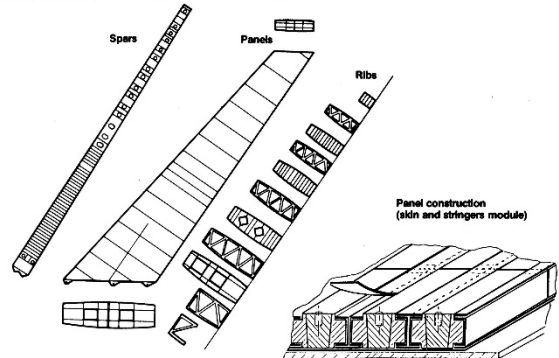


Bild 11. Aufbau des A310 CFK Seitenleitwerks

In der Strukturentwicklung gibt es 3 sehr wichtige Fortschritte bei der A310.

1. Mit der Einführung eines aus Kohlefaser gebauten Seitenleitwerks wurde in der zivilen Luftfahrt zum ersten Mal ein Bauteil der Primärstruktur aus Plastik-Materialien gefertigt und auch zugelassen. (s. Bild 11). Der Anteil von CFK Bauteilen in der Sekundärstruktur stieg auf knapp 10% (Bild 12).
2. Mit der Neugestaltung des Cockpits als 2-Mann Cockpit und dem Wegfall des Postens des Flugingenieurs konnte der Kabinenanteil vergrößert werden.
3. Das Rumpfheck wurde neu gestaltet und zwar derart, dass der aerodynamische Schlankheitsgrad reduziert wurde, d.h. das Heck kompakter wurde, aber mit der Zielrichtung, damit den zylindrischen Teil etwas zu verlängern und zusammen mit der Neugestaltung des Cockpits konnten insgesamt 2 zusätzliche Sitzreihen im Rumpf installiert werden.

A310- Strukturgewichtsaufteilung

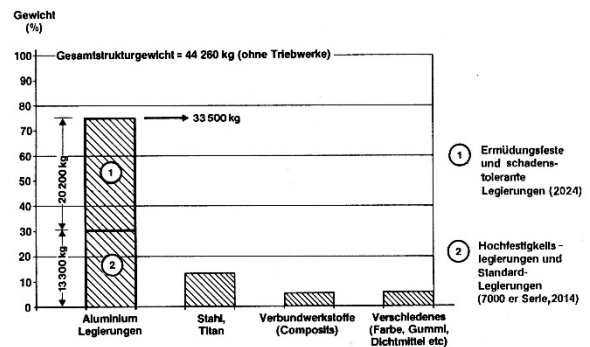


Bild 12. Aufteilung des Strukturgewichts

A300-600 CFK-Bauteile

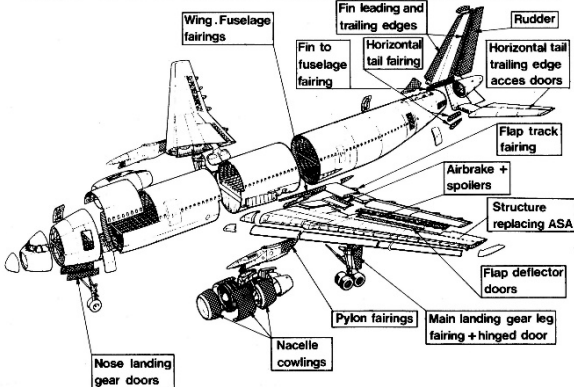


Bild 13. CFK Bauteile der A300-600

Bild 13 zeigt zwar nur die CFK Bauteile der A300-600, aber das Bild für die A310 sieht fast identisch aus, leider war aber keine Zeichnung aus den alten Unterlagen verfügbar!

6.3 Triebwerke

Die folgenden 2 Bilder zeigen die neue Generation von Triebwerken, die bei der A310 zum Einsatz kamen und die Tabelle in Bild 16 gibt die technischen Daten der beiden Triebwerke wieder. Die neue Triebwerksgeneration war schon mit neuartigen Triebwerksüberwachungssystemen ausgestattet, den Vorläufern der späteren und heute üblichen FADEC (Full authority digital engine control) Systemen.

GE CF6-80C2

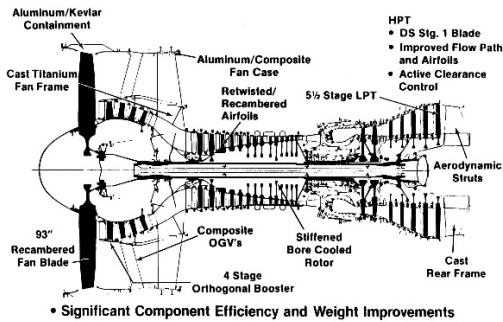


Bild 14. A310 Triebwerk GE CF6-80 C2

PW 4000

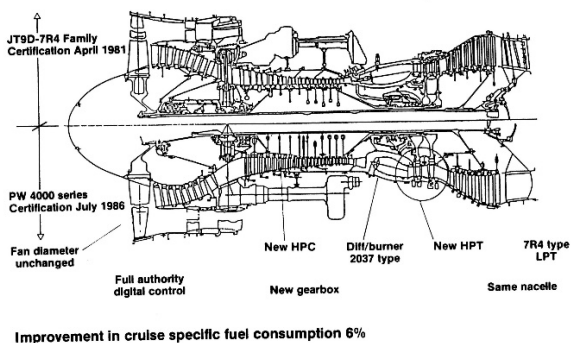


Bild 15. A310 Triebwerk PW 4000

Triebwerksdaten

Triebwerksabreihe Triebwerks-Erstzulassung Schubbereich	CF6-50C Nov. 1973 bis 51 000 lb	CF6-80C2 Juni 1985 bis 62 500 lb	JT9D-59A Dez. 1974 bis 53 000 lb	PW4000 Juli 1986 bis 60 000 lb
Basiskonfiguration für AI Erstinsatz bei AI Startschub *	CF6-50C 1973 51 000 lb (23 200 kp)	CF6-80C2-A1 1985 59 000 lb (26 820 kp)	JT9D-59A 1979 53 000 lb (24 100 kp)	PW4156 > 1986 56 000 lb (25 450 kp)
Nebenstromverhältnis	4.26	5.20	4.9	4.94
Druckverhältnis	29.3	29.4	24.5	29.0
Verdichterstufen	1 + 3 + 14	1 + 4 + 14	1 + 4 + 11	2 + 4 + 11
Turbinenstufen	2 + 4	2 + 5 1/2	2 + 4	2 + 4
Länge	173 in/4394 mm	160.9 in/4086.8 mm	132.05 in/3354 mm	132.7 in/3371 mm
Bläser-Durchmesser	86.4 in/2194 mm	93 in/2362 mm	93 in/2362 mm	93 in/2362 mm
Trockengewicht des Antriebssystems	Basis (GE)	+ 5.1%	Basis (PW)	- 7%
Spez. Verbrauch im Reiseflug	Basis (GE)	- 13.6%	Basis (PW)	- 13% (Ziel)

*Idealer Startschub in Meereshöhe, ISA, ohne Entnahmen
Die spezifischen Kraftstoffverbräuche im Reiseflug lagen 1973/74 bei ca. 0,7 kg/kp.h, bei den für 1985/86 vorgesehenen Triebwerken werden Verbrauchswerte von 0,6 kg/kp.h erwartet.

Bild 16. Triebwerksdaten der A310

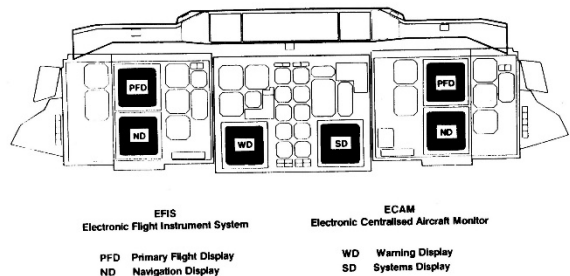
6.4 Systeme

Bildschirme im Cockpit

Cathode ray tube (CRT) displays

- Comprehensive and flexible supply of information
- Displays optimised for each flight phase/situation
- No need to refer to overhead panel
- Computerised warning/caution and systems displays significantly reduce workload

A310



A320

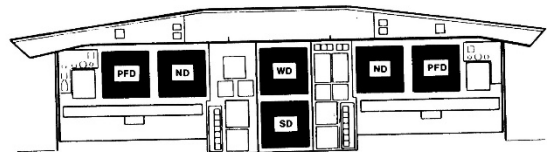


Bild 17. CRT Displays im Cockpit

Mit der Einführung von CRT Displays im Cockpit konnte dem Piloten eine übersichtlichere Anzeige aller Zustandsdaten ermöglicht werden und zusammen mit der verbesserten Zuverlässigkeit von Instrumenten und Systemkomponenten konnte der Bordingenieur entfallen. In vielen Systemstudien wurde das neue Cockpit gestaltet und zusammen mit vielen Linienpiloten und den Zulassungsbehörden die bestmögliche Darstellung erarbeitet.

Vorteile neuer Technologien

AFS Computer

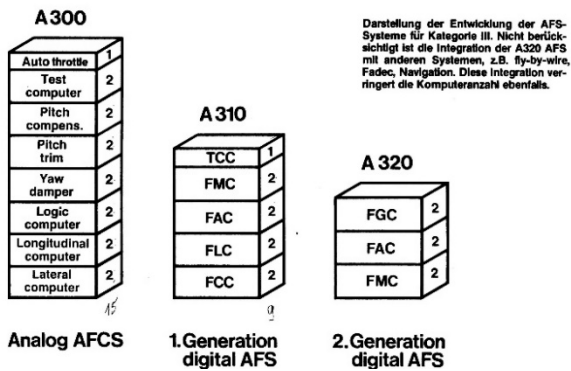


Bild 18. Einsatz digitaler Systeme und Integration mehrerer Funktionen in einem Computer

Mit der A310 wurde die 1. Generation des digitalen Flugsteuerungssystems eingeführt, mit dem Vorteil, mehrere Steuerfunktionen in einem Rechner zu integrieren und damit die Anzahl von stör anfälligen Verbindungskabeln zu reduzieren. Bild 18 zeigt deutlich, wie die A310 als technologischer Zwischenschritt für die A320 wesentlich war, bei der dann die Anzahl der Rechner weiter reduziert werden konnte.

6.5 Wartbarkeit und Trimm tank

A310 Wartbarkeit

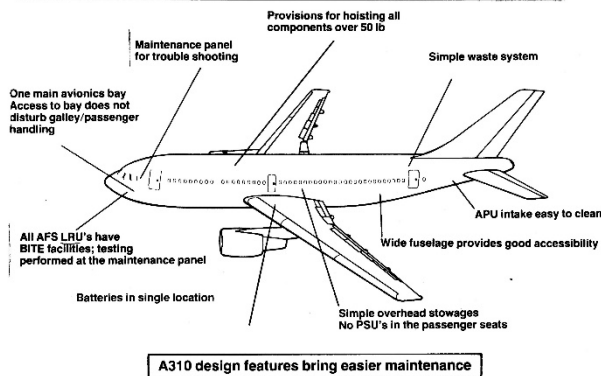


Bild 19. Verbesserte Wartbarkeit der A310

Wo immer möglich wurde die Zugänglichkeit zu den kritischen Systemen und der Elektronischen Bay verbessert. Alle Systeme erhielten sogenannte BITE Anteile (Built-in Test Equipment), die kritische Zustände von Computern und Systemen an einen Integrierten Maintenance Rechner sendeten und dieser die Piloten dann gezielt informieren konnte.

A310-300 Schwerpunktsdiagramm

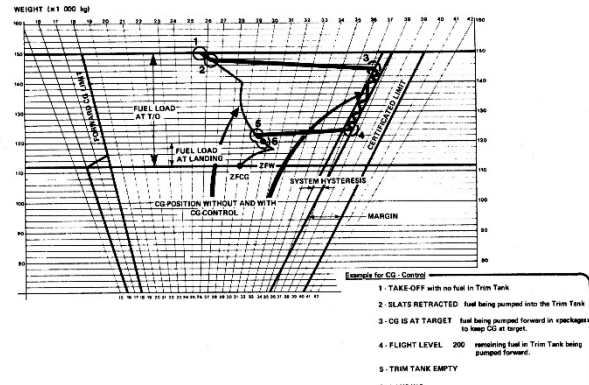


Bild 20. Schwerpunktsdiagramm bei Trimm tank-Operation

A310-300 Kraftstoff-System

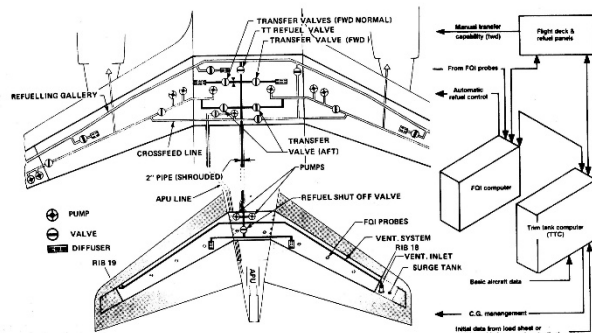


Bild 21. Das A310 Kraftstoffsystem mit Trimm tank

Die A310-300 benötigte eine größere Reichweite, und damit wurde die Frage wichtig, wo der Zusatzkraftstoff untergebracht werden sollte. Die klassische Art, Zusatztanks in einem Flugzeug zu installieren, bietet sich im unteren Flugzeugumpf an, meist als Ersatz von Frachtcontainern. Bei der A310-300 wurde das Höhenleitwerk als Zusatztank benutzt. Dies hat gleichzeitig den Vorteil, dass man durch ein geschicktes Umpumpen des Kraftstoffs den Flugzeugschwerpunkt an der hinteren Grenze des Beladediagramms während der Flugzeugmission (s. Bild 20) halten kann und damit bis zu 2% Widerstandersparnis für eine längere Mission erzielen kann.

7. Bewertung des A310 Entwurfes

Die drei vorherigen Kapitel haben aus verschiedenen Perspektiven die Entwicklung der A310 beschrieben. Wenn man nur die Perspektive des Flugzeugentwurfs zugrunde legt, so ist – wie in Kapitel 5 gezeigt - die A310 kein Derivat der A300 sondern eine fast komplette Neuentwicklung, mit dem Nachteil, dass der relativ kleine Flügel praktisch nicht genutzt werden konnte, um die A300 zur A300-600 weiter zu entwickeln. Kapitel 6 zeigte, dass die A300 nur ein „erstes Pflänzchen“ in einem Familienkonzept darstellte und in der Anfangsphase sowohl die Airbus-Partner untereinander noch nicht das richtige Vertrauen für eine zukünftige Zusammenarbeit

aufgebaut hatten, aber auch die amerikanische Konkurrenz viel daran setzte, das neue „Pflänzchen Airbus“ zu destabilisieren. Hier also einige der wichtigsten Punkte, die zeigen sollen, dass die A310 - trotz ihrer nicht optimalen Auslegung - ein zentraler Schritt für den späteren Erfolg von Airbus darstellt.

- Airbus musste als Newcomer am zivilen Flugzeugmarkt viele technologisch hochwertige Technologien einführen, um seine Systemfähigkeit unter Beweis zu stellen
- Gleichzeitig mussten neue Technologien behutsam eingeführt werden, um auch den Nutzen für den Kunden unter Beweis zu stellen.
- Es durften eigentlich keine zu großen Risiken eingegangen werden, aber der „Newcomer am Markt“ muss Innovationen bringen!
- Airbus hatte aus der Concorde-Entwicklung die Fähigkeit zur Entwicklung von sehr komplexen Flugsteuerungskonzepten bewiesen und musste dies nun im Bereich der kommerziellen Unterschall-Flugzeuge auch umsetzen.
- 3 nationale Entwicklungsteams (AS, DA, BAe) rangen in direktem Konkurrenzkampf um wichtige Bauanteile, kontrollierten das Gesamtkonzept und auch die Partner und erreichten so, dass strategisch und technisch keine all zu großen Fehler gemacht wurden!
- Die Konkurrenz (Boeing und MDD) versuchte durch mögliche Koalitionen mit den Airbus Partnern die Stabilität des neuen Airbus Verbundes zu erschüttern!
- Die vielen neuen und herausragenden Technologien der A310 wurden wieder in die A300-600 zurückintegriert und haben damit das A300 Programm stabilisiert und gerettet! Die A300-600 hat später die Früchte der Innovationen der A310 geerntet! Die A310 Technologien waren sehr entscheidend für den späteren Erfolg der A320!
- Ohne vorherige Entwicklung und Reifmachung der Cockpit-Technologien wäre das Fly-by-wire Konzept der A320 nicht möglich und nicht so erfolgreich geworden!
- Finanziell gesehen war die A310 kein großes Erfolgsprogramm, aber in Kombination mit der A300-600, die die A300 B4 am Markt ersetzte, war das Familienkonzept A300/A310 mit 816 Verkäufen doch letztendlich am Markt erfolgreich!
- Es sind heute noch ca. 330 Flugzeuge im operativen Einsatz

Zwei wichtige persönliche Statements sollen meine Ausführungen abrunden:

Ein sehr kompetentes AI Management - und dies waren zur damaligen Zeit ausschließlich Ingenieure - trafen sehr kluge Entscheidungen!

Es gab damals bei Airbus noch keine „Financial Controller“, die das Projekt A310 tot gerechnet haben!!

Es gibt im Nachhinein sicher viele Väter für den Erfolg der A310 und damit auch für Airbus, 2 sind aber hier aus meiner Sicht besonders zu erwähnen:



Roger Beteille

Generaldirektor von Airbus Industrie (GIE)



Jean Roeder

Technischer Direktor Airbus Industrie (GIE)

Schrifttum

- [1] Jean Roeder; Technologie im Airbus-Programm; Vortrag in Berlin; 13.7.1984
- [2] R. Hilbig, J.Szodrich; Aerodynamische Entwicklungsperspektiven für Verkehrsflugzeuge; DGLR 89-141
- [3] Arthur Reed; Airbus Europas Senkrechtstarter; Norden Publishing House LTD; ISBN 3-907150-11-2
- [4] Jean Roeder; 100 Jahre Menschenflug – Otto Lilienthal; DGLR Kongress 1991, Berlin, 10.13.1991
- [5] Jean Roeder; New Technologies for the Next Generation of Civil Transports; ICAS Congress 1988
- [6] Dieter Schmitt; Die aerodynamische Auslegung des Airbus A300-600; DGLR-Jahrestagung; München 1983

Kontaktadresse:

Dieter.drschmitt@t-online.de