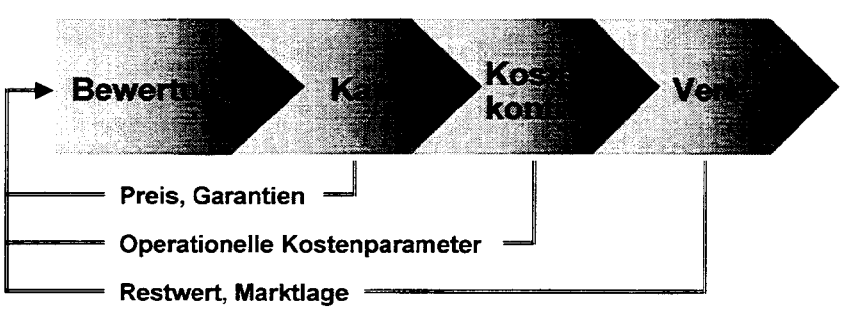
JÜRGEN THORBECK, Deutsche Lufthansa, Hamburg

Flugzeugbewertung in einer Luftverkehrsgesellschaft

Flugzeugbewertung in einer Luftverkehrsgesellschaft

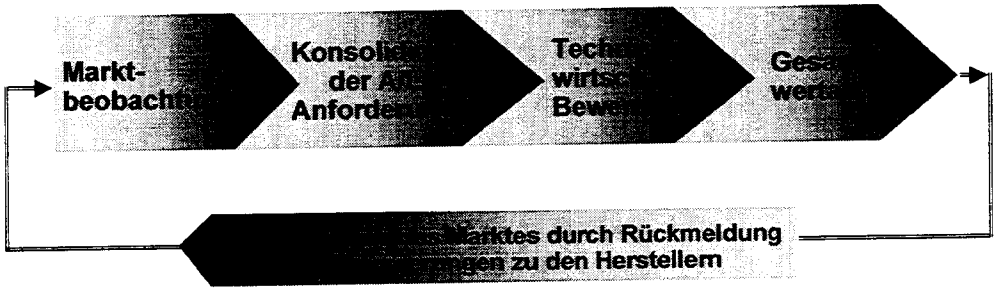
- Organisatorischer Rahmen der Flugzeugbewertung
- Flugzeugbewertungsprozeß
- Operationelle Standards
- Betriebskostenabschätzung
- Gesamtbewertung
  - Kriterien
  - Neue Technologien

Betriebswirtschaftliche Betreuung des Flugzeug-Lebenszyklus

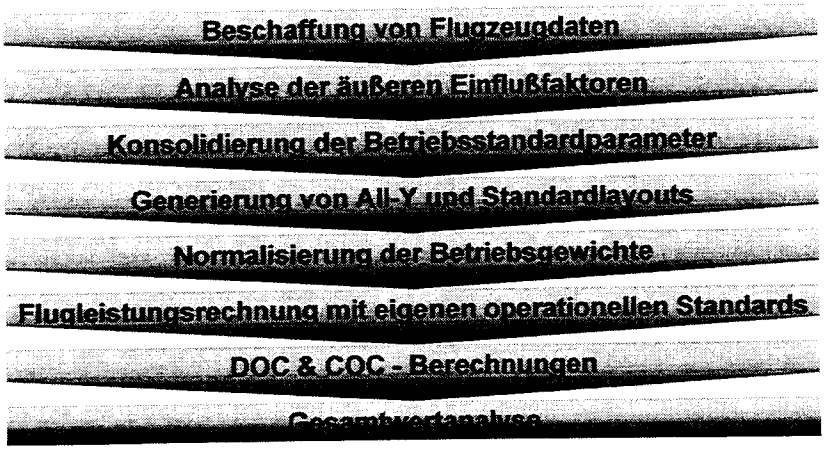


Hauptaufgabe der Flugzeugbewertung:

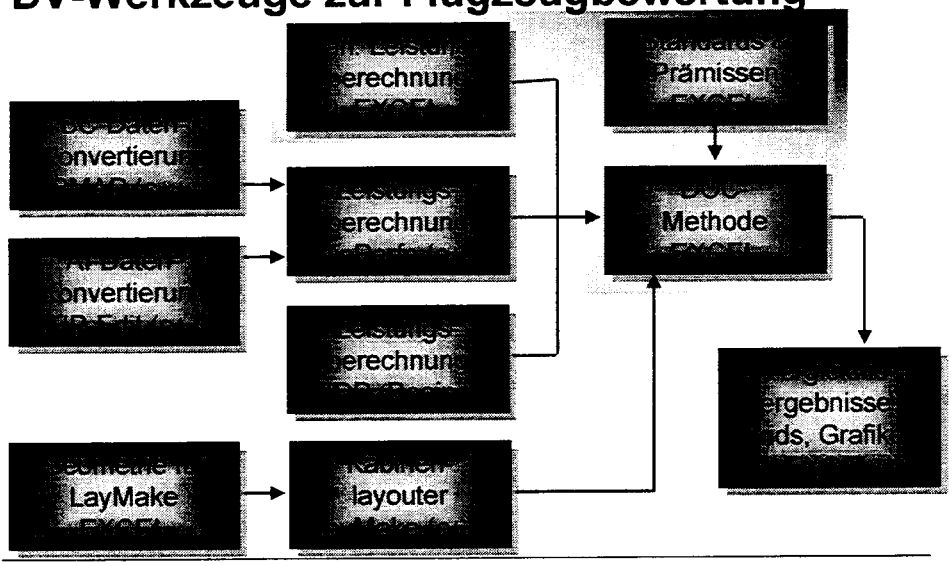
Unabhängige Bewertung von Flugzeugen wie eine "Stiftung Warentest"



Flugzeugbewertungsprozeß



DV-Werkzeuge zur Flugzeugbewertung



Operationelle Standards

- **Kabine**
  - Sitze
    - Abstand, Sitze pro Reihe, Dimensionen, Lehnenwinkel, Gewicht
  - Küchen
    - Trolleyanzahl, Cateringvolumen, Dimensionen, Gewicht
  - Toiletten
    - Anzahl, Dimensionen, Gewicht
  - Garderoben
    - Volumen, Dimensionen, Gewicht
  - O/H-Ablagevolumen
  - Gangbreite
  - Notausrüstungsgewicht
  - Trink- & Schmutzwasservolumen

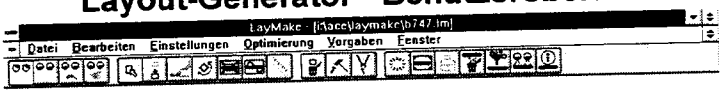
- **Cockpit-Ausrüstung**
  - BFE
    - Funktion, Preis, Gewicht

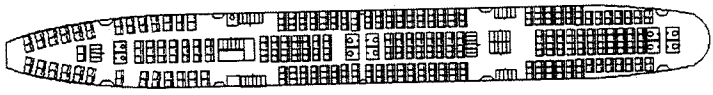
- **Cargo-Ausrüstung**
  - ULD´s
    - Volumen, Gewicht , Dimensionen

- **Crews**
  - Crew-Index, -gewicht, -gehälter

- **Flugmission**
  - Blockkraftstoff, -zeit, Nutzlast
    - Geschwindigkeit, Flughöhe, Ausweichstrecke, Reserven

Layout-Generator - Benutzeroberfläche





(1642.04 , 643.54)

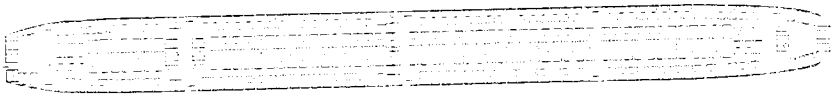
Kapazitätsvariationen der B777-300

3-Class

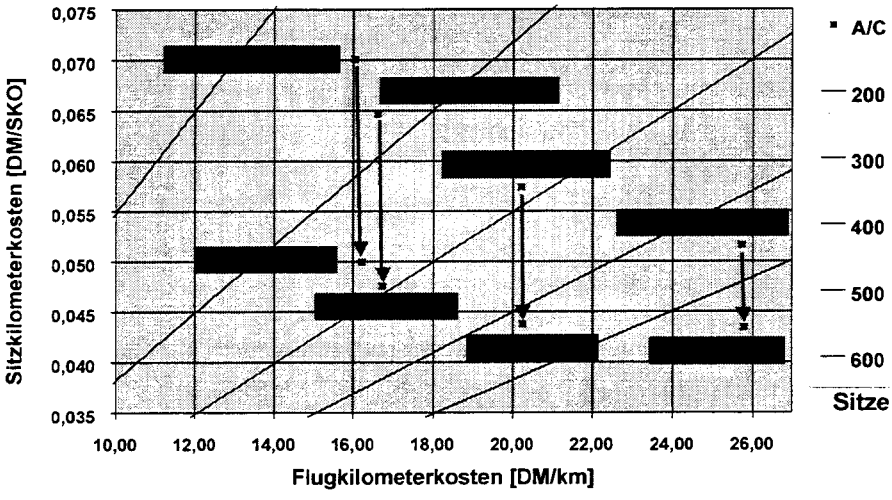
10F/60C/285M (355 Pax)

All-Economy

496Y



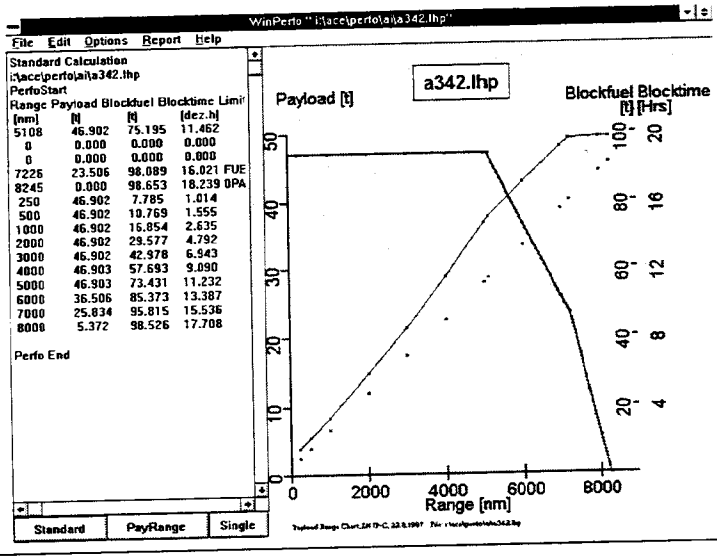
Kapazitätsvariationsvergleiche - Langstrecke



LH-Definition der Flugmission

1. Engine Start/Idle (LR: 4 min., M/SR: 2 min., regional: 1 min.)
2. Taxi-Out (LR: 10 min., M/SR: 9 min., regional: 5 min.)
3. Take-Off (No spec. airport conditions - slope, obstacles, etc., ISA)
4. Climb (Residual rate 300 ft/min or 1,3 g buffet up to highest uneven FL)
5. Cruise (LR speed, step climbs if another 4000 ft possible, 5% contingency)
6. Descent (to 1500 ft)
7. Alternate (Distance: LR: 200 nm, M/SR: 150 nm, regional: 100 nm)
8. Holding (Jets: 0,5 fh at 1500 ft, Props: 0,75 fh at cruise level)
9. Approach/Landing (from 1500 ft)
10. Taxi-In (LR: 5 min., M/SR: 4 min., regional: 3 min.)

PC-based Performance Calculation



DOC Abschätzungsmethode

Grundlagen:

- Entwickelt zum Vergleich verschiedener Flugzeuge auf gleicher Basis
- Regelmäßige (jährliche) Anpassung an operationelle Randbedingungen erforderlich
- Vergleich von Flugzeugprojekten und zugelassenen, aber nicht im Einsatz befindlichen Flugzeugen mit Mustern der eigenen Flotte muß möglich sein
- Nicht anwendbar für Routen- oder Ist-Kostenstudien

DOC Abschätzungsmethode

Anforderungen:

- So einfach, aber so akurat, wie möglich
  - Analytische Formeln, wenn ableitbar
  - Regressionsformeln für komplexe Zusammenhänge (z.B. Instandhaltung, Gebühren)
- Benutzung von Durchschnittswerten
  - Streckenlänge, Flug-/Blockzeit, Auslastung, Crew-Index & Gehälter, Zinssatz, Kraftstoffpreis
- Zuverlässige und verfügbare Datenquellen
  - Fleet performance report, aircraft performance manuals, maintenance cost
- Blick in die Zukunft
  - Inflation von Material-, Personal und Kraftstoffkosten
- Transparente Ergebnisse

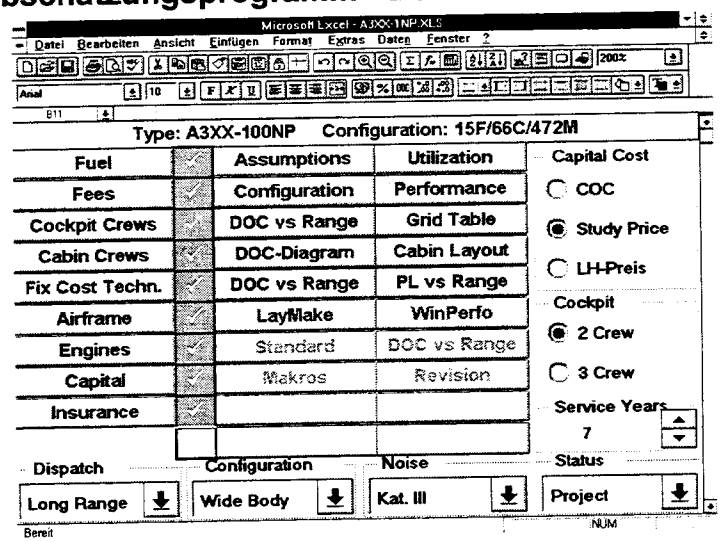
Voraussetzung für einen fairen Vergleich

- Anwendung gleicher Standards
- Layout mit größtem Gesamtpotential
  - Minimaler Sitzabstand
  - Größtmögliche Sitzanzahl pro Reihe
  - Kleinster akzeptabler Service-/Toilettenstandard
- Keine Einsatzrestriktionen
  - Zugelassenen MTOW, MZFW (nicht gebührenoptimiert)
  - Wirtschaftliche Optimalgeschwindigkeit

Einflußgrößen der DOC-Abschätzung

- **Basisprämissen**
  Flottengröße, Betrachtungsjahr, Kosten-Basisjahr, Personalkosteneskalation, Materialpreiseskalation, Mannstundenpreis, $-Parität, Passagiergewicht, Gepäckgewicht, Besatzungsgewicht, Bulk-Cargo-Dichte, Auslastung, Kapazität
- **Kapitalkosten**
  Abschreibungszeitraum, Kaufpreis, Restwert, Zinssatz
- **Kraftstoff**
  Blockkraftstoff, Dichte, Preis, Preiseskalation
- **Versicherung**
  Prämie, Flugzeug- und Ersatzteilpreis
- **Feste Technikkosten**
  Dimensionen, Gewicht, Triebwerkszahl
- **Cockpitpersonal**
  Crew-Index, Auslastung
- **Flugbegleiter**
  Kapazität, Auslastung, Crew-Index
- **Instandhaltung**
  MTOW, Flugzeit, Auslastung, Zulassungsjahr für Flugzeug und Triebwerk, Triebwerkszahl, Modullaufzeiten, Derate, Nebenstromverhältnis, Standschub, Druckverhältnis
- **Gebühren(Landung, Abfertigung, Navigation)**
  Preiseskalation, Streckenlänge, Auslastung, Flugzeit, Lärmklasse, Nutzlast, MTOW

DOC-Abschätzungsprogramm - Benutzeroberfläche



Frachtanrechnungsmethode

- Stückkosten basieren auf Sitzkapazität
- Restfracht bleibt unberücksichtigt
- Betrifft Combis und Wide-Bodies
- Einfache Korrektur zur Frachtanrechnung:

$$SMC_{cor} = SMC * \frac{Seats}{Seats + \frac{Revenue_{fr}}{Revenue_{pax}}}$$

mit $Revenue_{fr}$ = Frachterlös pro kg und Flug * (max. Nutzlast - Sitze * Paxgewicht)
und $Revenue_{pax}$ = Durchschnittserlös pro Passagier und Flug

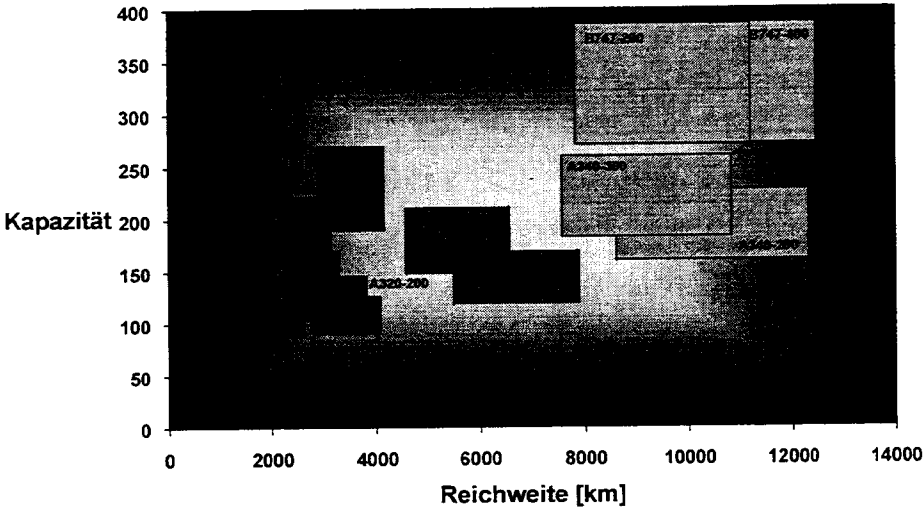
Ergebnisse der DOC-Abschätzung

- Flugzeugbasisdaten
- Operationelle und finanzielle Prämissen
- Nutzlast-Reichweitendiagramm
- Sitzmeilenkosten (ggf. mit Cargo-Korrektur)
- Flugkilometerkosten
- Wertfaktoren
  - Preis pro Sitz
  - OEW pro Sitz
  - Kraftstoffverbrauch pro Sitz
- Kosten-Streckendiagramm

Vergleichssystematik/ -varianten

DOC	DOC	DOC	DOC	COC	COC
All-Y	All-Y	LH-Kabine	LH-Kabine	All-Y	LH-Kabine
Listenpreis	LH-Preis	Listenpreis	LH-Preis		

Lufthansa Flottenstruktur (Kapazität/Reichweite)



Vergleich der Flugzeugbasisdaten

Basic Data

Aircraft Type	B747-400	B747-200	A340-300E	A340-200	MD11	B777-200B	A340-600	A3XX-100NP		
Status	service	service	Service	Service	Service	service	Study	project		
Certification Year	1988	1972	1996	1992	1990	1995	2001	2002		
No. of Engines	4	4	4	4	3	2	4	4		
Engine Type	CF6-80C2B1	CF6-50E2	CFM56-5C4	CFM56-5C2	CF6-80C2D1	PW 4090	TRENT 556	TRENT 900		
T/O Thrust	58,0	53,0	34,0	31,0	62,0	90,0	56,0	69,0		klbs
Aircraft Price	163,997	138,917	137,290	126,246	146,476	146,859	157,543	338,418		MioDM
Engine Price	6,524	6,186	7,818	7,287	7,316	12,605	8,806	7,429		MioDM
Span	64,44	59,64	60,30	60,30	51,77	60,93	63,60	79,00		m
Length	70,66	70,51	63,66	59,39	61,62	63,73	75,30	70,80		m
Height	19,40	19,33	16,83	16,92	17,60	18,53	17,80	24,30		m
Seat Capacity	386	379	247	212	263	279	329	553		
Layout	16F64C306M	8F55C316M	8F42C197M	8F42C162M	10F49C204M	10F49C220M	12F54C263M	5F/66C/472M		
Cockpit Crew	2	3	2	2	2	2	2	2		
Cabin Crew	16	15	11	10	11	12	14	19		
MTOW	870,0	833,0	606,3	566,6	625,5	632,5	784,8	1190,5		klbs
MTOW	394,6	377,8	275,0	257,0	283,7	286,9	356,0	540,0		to
MZFW	242,7	238,8	178,0	169,0	186,0	195,0	237,0	356,0		to
OEW	188,6	176,8	136,8	129,3	136,8	148,6	184,4	280,8		to
Max. Payload	52,2	52,3	41,2	34,2	40,6	41,8	49,4	69,9		to
Container	14	14	12	8	12	10	11	34		
Pallets	5	5	6	5	6	6	8	0		
Bulk volume	20,1	24,1	19,7	19,7	9,0	14,4	11,7	25,0		cu m
Payload										
struct. limit	54093	62054	41175	39742	49194	46419	52622	75156		kg
volume limit	52233	52341	41421	34211	40590	41847	49378	69868		kg
Residual Cargo	13247	14062	16226	12799	14027	13668	16149	5288		kg
Ranges with										
Max. payload	5920	5309	5645	5842	5645	5428	5495	6110		nm
Max. pax	6619	5962	6940	6924	6498	6502	6509	6791		nm
Max. tank capacity	6895	5935	6929	7296	6382	8659	7737	9465		nm
Residual Payload	33870	39643	25282	17145	30610	2237	15298	0		kg
Cruise speed	495	496	465	467	485	484	467	455		kt
T/O FL ISA, SL	3179	3307	3078	2773	3063	0	0	3109		m
L/D FL, ISA, SL	2073	1935	1965	1844	2134	0	0	1370		m

Vergleich der direkten Betriebskosten

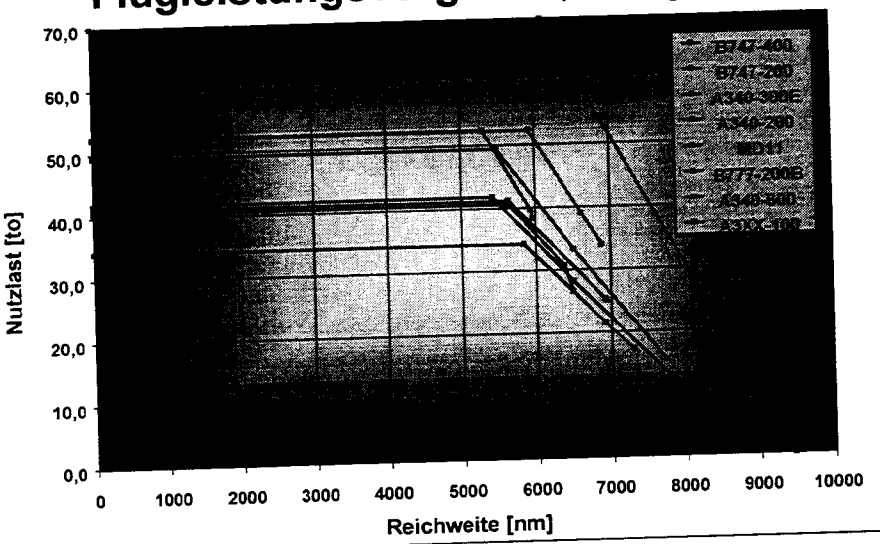
DOC-Share

Utilization	600	600	600	600	600	600	600	600		Flights
Block time	8,65	8,81	9,16	9,18	8,88	8,92	8,82	10,72		Hours
Flight hours	4998	5094	5304	5316	5136	5160	5100	6432		Hours
Stage length	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000		nm
Fuel	17,725	19,319	11,751	10,953	12,891	12,144	15,229	21,752		MioDM
Airframe maintenance	6,122	6,038	5,328	5,103	5,172	5,569	6,060	9,550		MioDM
Engine maintenance	3,508	3,761	2,360	2,261	2,877	2,363	3,076	4,803		MioDM
Landing fees	2,981	2,854	2,077	1,941	2,143	2,167	2,689	3,972		MioDM
Handling fees	3,879	3,884	3,399	3,096	3,373	3,428	3,755	4,645		MioDM
ATC fees	4,991	4,884	4,167	4,028	4,232	4,256	4,741	5,839		MioDM
Fixed technical cost	5,494	5,176	4,834	4,589	3,971	4,277	5,706	6,411		MioDM
Depr. & Interest	27,022	22,977	22,935	21,103	24,143	24,423	26,296	36,847		MioDM
Insurance	0,738	0,625	0,618	0,568	0,659	0,661	0,709	1,015		MioDM
Cockpit Crew	5,768	6,582	5,768	5,768	5,768	5,768	5,768	5,768		MioDM
Cabin Crew	11,676	10,976	8,174	7,474	8,174	8,875	10,275	13,777		MioDM
Total DOC	89,904	87,086	71,411	66,884	73,403	73,931	84,304	114,379	0,000	MioDM
DOC/SKO	0,0524	0,0517	0,0650	0,0709	0,0628	0,0596	0,0576	0,0465	0,0000	DM/Paxkm
DOC/SKO korr.	0,0461	0,0450	0,0515	0,0571	0,0517	0,0498	0,0482	0,0422	0,0000	DM/Paxkm
DOC/TKO	0,3870	0,3741	0,3900	0,4396	0,4066	0,3973	0,3839	0,3681	0,0000	DM/tkm
DOC/km	20,22	19,58	16,06	15,04	16,51	16,62	18,96	25,72	0,00	DM/km

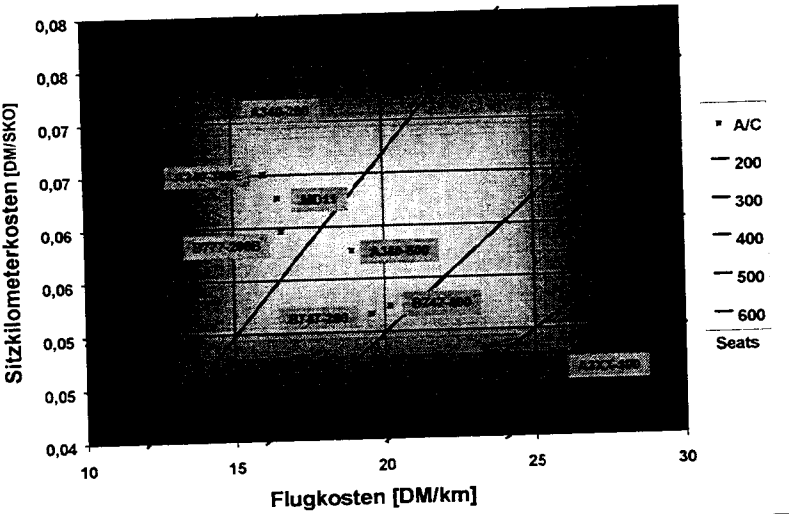
Comparison

Aircraft price per Seat	283242	244357	370553	397000	371295	350918	319236	407978	0	$
OEW / Seat	489	466	554	610	520	533	560	508	0	kg
Fuel / Seat	227	252	235	255	242	215	229	194	0	kg
Relative DOC										
DOC / SKO	100,0%	98,7%	124,1%	135,5%	119,8%	113,8%	110,0%	88,8%	0,0%	
DOC / SKO korr.	100,0%	97,7%	111,8%	124,1%	112,3%	108,2%	104,6%	91,7%	0,0%	
DOC / TKO	100,0%	96,7%	100,8%	113,6%	105,1%	102,6%	99,2%	95,1%	0,0%	
Trip Cost	100,0%	96,9%	79,4%	74,4%	81,6%	82,2%	93,8%	127,2%	0,0%	
Relative spec. Data										
Aircraft price per Seat	100,0%	86,3%	130,8%	140,2%	131,1%	123,9%	112,7%	144,0%	0,0%	
OEW / Seat	100,0%	95,5%	113,4%	124,8%	106,5%	109,0%	114,7%	104,0%	0,0%	
Fuel / Seat	100,0%	111,0%	103,6%	112,5%	106,7%	94,8%	100,8%	85,7%	0,0%	

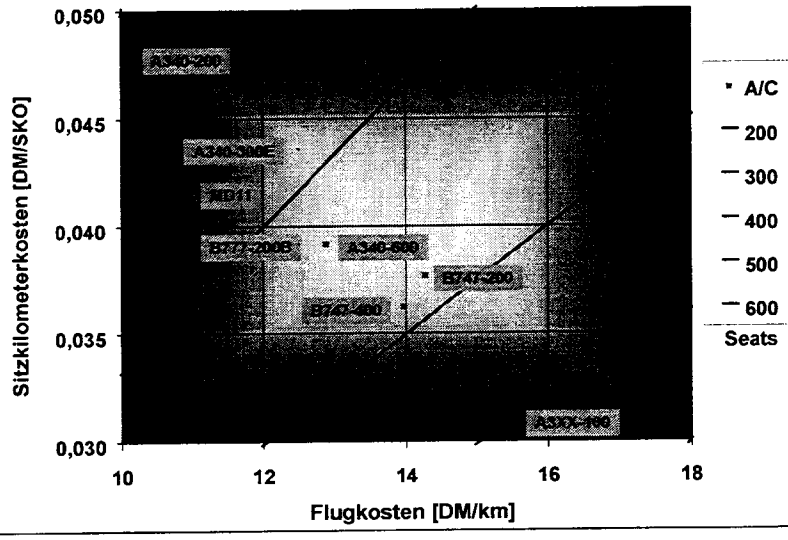
Flugleistungsvergleich, Langstrecke



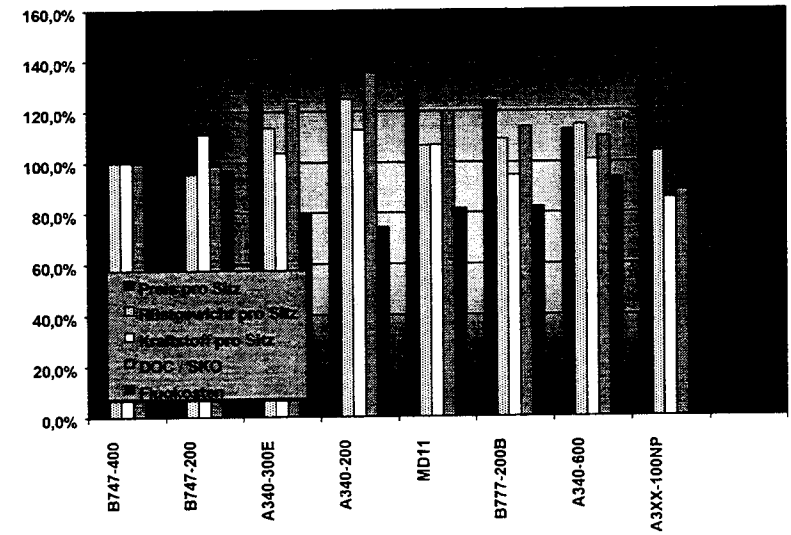
DOC-Vergleich, Langstrecke (4000 n.m.)



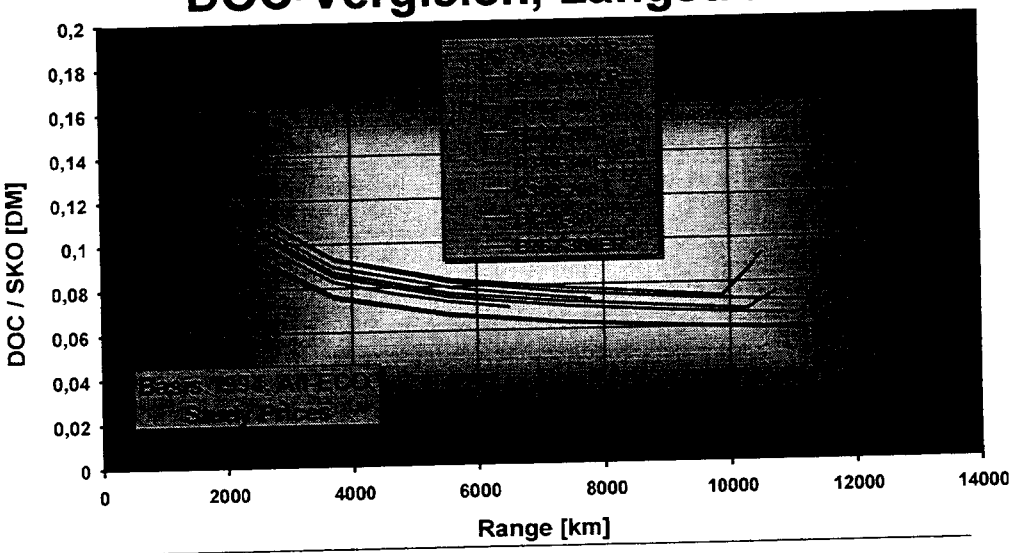
COC-Vergleich, Langstrecke (4000 n.m.)



Technisch-wirtschaftlicher Vergleich, Langstrecke (4000 nm)



DOC-Vergleich, Langstrecke



Aspekte der Flugzeugauswahl

- Marktentwicklung (Expansion)
- Flottenpolitik (Netzstruktur, Familienkonzepte)
- Asset Management (Roll-Over)
- Launching Customer Rolle
- Industriepolitik (Wettbewerb)
- Drittgeschäft (Technik)

S[redacted]gie

Wir[redacted]keit → **Fl[redacted]g-auswahl** ← **R[redacted]n**

Bet[redacted]hnik

- Betriebskosten (Kraftstoff, Personal, Gebühren, Technik, Kapital)
- Ertrag (Kabinenkonfigurationen, Komfort, Boden- und Flugzeiten)

- Marktentwicklung (Prognosen)
- Verkaufserlöse
- Kapitalmarkt (Zinsen/Paritäten)
- Neue Technologien

- Sicherheit / Zuverlässigkeit
- Umweltfreundlichkeit (Lärm, Emissionen)
- Einsatzflexibilität (Kabine, Familien)

Gesamtbewertungskriterien

- Flugzeugbezogen
  - DOC
  - Flugleistung
  - Kabinenkomfort
  - Marketing
  - Umweltfreundlichkeit
- Industriebezogen
  - Kundendienst
  - Konkurrenzsituation (Marktanteile)
  - Produktqualität
  - Finanzielle Kraft

Flugzeugbezogene Gesamtbewertungskriterien

- **Wirtschaftlichkeit**
  - Preis pro Sitz
  - Verbrauch pro Sitz
  - OEW pro Sitz
  - Erlöspotential
  - Flugkilometerkosten
  - Stückkosten
- **Kabinenkomfort**
  - Kabinenstandard
  - Ablagevolumen
  - Kabinenlärm
  - Kabinenflexibilität
- **Marketing**
  - Kommunalität
  - Familienkonzept
  - Produktentwicklung
  - Frachtladesysteme
  - Infrastruktur
- **Risiken**
  - Neue Technologien
  - Technischer Reifegrad
  - Entwicklungsrisiko
- **Flugleistung**
  - Reichweite
  - Reisemachzahl
  - Bahnlängen
  - Flughöhe
  - Steigleistung
  - ETOPS
  - Frachtkapazität
- **Umweltfreundlichkeit**
  - Lärm
  - Emissionen

Neue Technologien

[illegible]
[illegible] CFK-Flügel,
[illegible]
[illegible] Verbunde (ARALL/GLARE, Rumpf-
[illegible]
[illegible] (Selbstpassivierende Legierungen
möglich mit IVD)
Schweißverbindungen (Haut/Stringer-Anschlüsse)

Aerodyna[illegible]
Laminarisierung (Grenz[illegible]
werke, TW-Gondeln)
Adaptiver Flügel (Flexible Profile [illegible]
Reduzierte Stabilität / Instabilität
Riblets (Reibungswiderstand, evt. Farbgebung
Entlackierung)
Super-/Transsonic-Aerodynamik für den Überschaß-
verkehr der neuen Generation

Flugführung/Insta[illegible]
Air Traffic Management (Fre[illegible]
BISAM (Multi-Media Mainte[illegible]
Unterstützung an Bord)

Kabinengestaltung
[illegible] (Internal stretch, Lower deck
[illegible]
[illegible] der Crown Area)
[illegible] Unterhaltungssysteme
[illegible] Galley, Automatisie-
[illegible]

Triebwerke
Schadstoffverringerung (Double stage burner)
Kraftstoffverbrauch (ADP, Getriebe, Variable Pitch
Fan)
BLISK-Technologie (Reibschw[illegible]
Translating Nozzle (Wirkungs[illegible]
Variable Cycle Engine [illegible]
Wasserstoffantrieb [illegible]