

Entwicklungsrichtungen in der neuzeitlichen Luftverkehrswirtschaft, dargestellt am Beitrag der Luftfahrzeugtechnik

VON DIPL.-ING. V. PORGER, BÜCKEBURG

Der zivile Luftverkehr hat in den fast 25 Jahren, die seit dem Ende des Zweiten Weltkrieges verflossen sind, einen beispiellosen Aufschwung genommen. Nichts kennzeichnet den erreichten Stand eindrucksvoller als die Tatsache, daß im Jahre 1968 mehr als eine Viertelmilliarde Reisender in aller Welt auf dem Luftweg befördert worden sind. Den Anstoß zu dieser Entwicklung haben die Fortschritte im zivilen Luftfahrzeugbau gegeben. Sie haben die Leistungsfähigkeit des Luftfahrzeugs als Transportmittel in solchem Maß gesteigert, daß dem Flugzeug heute geradezu die Rolle eines Schrittmachers im gesamten Fahrzeugbereich zugefallen ist.

Beförderungsergebnisse der oben genannten Größenordnung hätten sich kaum erzielen lassen, wenn nicht zwischen der Leistungsfähigkeit des Luftfahrzeugs oder, anders ausgedrückt, zwischen seiner Produktivität als Transportmittel und seiner Betriebswirtschaftlichkeit ein unmittelbarer Zusammenhang bestehen würde. Nachdem dieser Zusammenhang einmal erkannt und es damit möglich geworden war, die einzelnen Faktoren dieser Beziehung zu beeinflussen, war eine der wesentlichen Voraussetzungen dafür gegeben, die Luftfahrzeuge in stärkerem Maße als bisher nach betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten zu gestalten.

Über allem Verdienst, das Luftfahrzeugindustrie und Luftfahrtunternehmen als Träger der Nachkriegsentwicklung mit voller Berechtigung an den heutigen Erfolgen für sich beanspruchen können, sollte aber nicht vergessen werden, daß die Wurzeln des heute Erreichten noch bis in das sogenannte Pionierzeitalter der Verkehrsluftfahrt, wie die Zeitspanne zwischen den beiden Weltkriegen oft bezeichnet wird, zurückreichen. Ein gleiches gilt für die Entwicklungstendenzen in der neuzeitlichen Luftverkehrswirtschaft. Auch sie wären ohne die entsprechenden Ansätze und Vorarbeiten, die noch aus der Aufbauphase zwischen den beiden Kriegen stammen, kaum denkbar. Auf den Zusammenhang, der zwischen den beiden Entwicklungsperioden der Vor- und Nachkriegszeit besteht, sei einleitend kurz eingegangen.

1. Die beiden Entwicklungsperioden der Verkehrsluftfahrt

Während in der ersten Entwicklungsperiode die wesentlichen Grundlagen und Voraussetzungen für den Aufbau und die erste Ausbaustufe der Verkehrsluftfahrt geschaffen wurden, hat die zweite Periode, die nach dem letzten Krieg begonnen hat, das Luftfahrzeug zu einem vollwertigen Transportmittel entwickelt, so daß es gleichberechtigt neben die übrigen Verkehrsmittel treten konnte.

1.1 Die Vorkriegsentwicklung

Unmittelbar nach dem Ersten Weltkrieg hatten viele europäische Länder angefangen, erstmals zivilen Luftverkehr zu treiben. Sie verwendeten als Fahrzeuge ehemalige Militärflugzeuge, die für diesen Zweck mehr oder weniger behelfsmäßig umgebaut waren. Alle diese Luftfahrzeuge, die s. Z. nur für eine verhältnismäßig kurze Lebensdauer gebaut waren, waren störungsanfällig, witterungsempfindlich, zu wenig leistungsfähig und zu klein, so daß sich mit ihnen unter europäischen Einsatzbedingungen kein wirtschaftlicher Betrieb durchführen ließ.

Ein neuer Entwicklungsabschnitt begann, als noch im Jahre 1919, vor genau 50 Jahren, den deutschen *Junkers Flugzeugwerken* in Dessau der große Wurf gelang, das erste, nur für zivile Verwendung geeignete Verkehrsflugzeug in Ganzleichtmetallbauweise zu schaffen (Junkers F 13). Nach Aufnahme des Reihenbaus sicherte die Baufirma ihrem Erzeugnis, das sich durch gute Flugleistungen und große Widerstandsfähigkeit gegen Witterungseinflüsse auszeichnete, dadurch einen weitreichenden Absatz, daß sie regionale Luftverkehrsgesellschaften in Deutschland, in verschiedenen anderen europäischen Ländern und in Südamerika gründete. Diese Unternehmen eröffneten mit Junkers-Flugzeugen, die sie gegen Beteiligung an der Junkers Luftverkehr AG oder gegen Kredit erworben hatten, den Verkehrsbetrieb. Der Kaufpreis wurde durch Tilgung des Kredits entrichtet und das Fluggerät durch laufende Zahlungen abgeschrieben¹⁾.

Mit der Schaffung der dreimotorigen 17 sitzigen Junkers *Ju 52* verband sich in der ersten und zweiten Hälfte der 30er Jahre geradezu der Begriff eines besonders sicheren und zuverlässigen Luftverkehrsmittels. Die *Ju 52* war in vielen Ländern der Erde eingesetzt, darunter auch in solchen, die, wie z. B. Großbritannien und Italien, über eine große und leistungsfähige Luftfahrzeugindustrie verfügten. Einige Exemplare dieses erfolgreichen Baumusters versehen in dem einen oder anderen europäischen Land noch heute ihren Dienst.

Daneben erwarben sich die Erzeugnisse weiterer Unternehmen der deutschen Luftfahrzeugindustrie durch besondere Leistungen einen internationalen Ruf, so die Flugboote der *Dornier Metallbauten GmbH*, Friedrichshafen, die ab Anfang der 30er Jahre die erste regelmäßige deutsche Luftpostverbindung mit Südamerika im Dienst der Lufthansa herstellten. Ferner verdienen hier Namen wie *Rohrbach*, *Focke Wulf (FW 200)*, *Heinkel (He 70)*, *Hamburger Flugzeugbau* und *Messerschmitt* genannt zu werden, deren Verkehrsflugzeuge ebenfalls wesentlich mit dazu beigetragen haben, den deutschen Luftverkehr auf- und auszubauen.

Demgegenüber blieb die Mehrzahl der ausländischen Luftfahrzeughersteller z. T. noch längere Zeit hindurch den mehr oder weniger veralteten Baugrundsätzen verhaftet, die aus dem Militärflugzeugbau des Ersten Weltkrieges überkommen waren. Nur wenige Unternehmen konnten in diesen Jahren der deutschen Konkurrenz vergleichbare Erzeugnisse an die Seite stellen²⁾. In ernstlichen Wettbewerb mit der *Junkers Ju 52* trat von

¹⁾ Vgl.: *Bongers, H. M.*, Deutscher Luftverkehr -- Versuch einer Analyse der Lufthansa --, Bad Godesberg 1967.

²⁾ Als bemerkenswerte Ausnahme sind hier die Verkehrsflugzeuge der niederländischen Flugzeugfabrik *Fokker* zu nennen, Hochdecker mit sperrholzbeplanktem Flügel und stoffbespanntem Rumpf in Stahlrohrbauweise. Den US-amerikanischen Herstellerwerken *Douglas* und *Lockheed* gelang es erst in der zweiten Hälfte der 30er Jahre, mit ihren Erzeugnissen, z. B. der DC 2 und DC 3 bzw. der »Lodstar« auf dem europäischen Markt Fuß zu fassen.

1935 ab das 21 sitzige US-amerikanische Flugzeugmuster *Douglas DC 3*. Es war wegen seiner luftwiderstandsparenden Glatblechbeplankung (die Junkers-Flugzeuge waren bis dahin noch mit Wellblech beplankt) und wegen seines Einziehfahrwerks um mindestens 30–40 km/h schneller. Der Preis der DC 3 lag mit um RM 400 000,— beträchtlich höher als derjenige der Ju 52; letztere kostete in Lufthansausrüstung und -ausstattung rd. RM 275 000,—. Der höhere Preis der DC 3 entspricht etwa ihrer größeren stündlichen Produktivität als Transportmittel, die fast 1½ mal so groß war wie diejenige der Ju 52.

Im Laufe der weiteren Entwicklung war die Luftfahrzeugindustrie darum bemüht, einerseits aus dem Flugzeug ein sicheres und zuverlässiges Verkehrsmittel von längerer Lebensdauer zu machen, und andererseits seine Produktivität als Transportmittel durch höhere Geschwindigkeit und größere Tragfähigkeit an Nutzlast und Brennstoff zu steigern. Zwar muten Dauergeschwindigkeiten um 300 km/h, wie sie vor Beginn des Zweiten Weltkrieges nur wenige »Spitzenreiter« des Verkehrsflugzeugbaus erreichten oder überschritten, gegenüber den heutigen annähernd dreifachen Werten bescheiden an; sie bedeuteten aber in damaliger Zeit einen großen Fortschritt, der in erster Linie der verbesserten strömungstechnischen Gestaltung der Flugzeuge zu danken war. Zu solchen Verbesserungen gehörte u. a. auch die Einführung des Einziehfahrwerks, das Anfang der 30er Jahre zuerst in den USA zur Betriebsreife gebracht wurde.

In betriebswirtschaftlicher Hinsicht wirkten sich die höheren Dauergeschwindigkeiten, die bei gleichbleibender Antriebsleistung erreicht wurden, in einer nennenswerten Senkung des Brennstoffverbrauchs je Transportarbeitseinheit (Liter je Tonnen-km) aus. Diese empirisch gewonnenen Erfahrungen führten u. a. zu einer besonderen Zusammenarbeit zwischen der Lufthansa und der Luftfahrzeugindustrie in der Frage, wie das Verhältnis zwischen Kosten und Erträgen des Luftfahrzeugbetriebes in Zukunft durch technische Maßnahmen und entsprechende Gestaltung des Fluggeräts weiter verbessert werden könnte. — Etwa um die gleiche Zeit wurden Überlegungen ähnlicher Art bei einigen Luftverkehrsgesellschaften in den USA angestellt. Sie waren wenige Jahre später Ausgangspunkt einer grundlegenden Untersuchung über die Beziehungen, die zwischen den Flugleistungen eines Luftfahrzeugs einerseits und seiner Wirtschaftlichkeit andererseits bestehen³⁾.

Noch vor Kriegsausbruch reiften in der Luftverkehrspraxis weitere betriebswirtschaftliche Erfolge, nachdem auf einigen grenzüberschreitenden Verbindungen der Lufthansa die ersten schnelleren und tragfähigeren Flugzeuge vom Muster *Focke Wulf FW 200* (mit etwa 25 Fluggastsitzen) und *Junkers Ju 90* (mit 40–45 Sitzen) eingesetzt waren. So warfen z. B. die Dienste Berlin–Amsterdam–London und Berlin–Wien–Budapest vom Jahre 1938 ab erstmals, wenn auch nur geringe, Überschüsse der Passageerträge über die direkten Betriebskosten ab, ein Vorgang, der in der Geschichte der damaligen europäischen Verkehrsfluffahrt wohl erstmalig war⁴⁾.

Es sei noch erwähnt, daß die Luftverkehrsunternehmen bereits in der Vorkriegszeit in ihrem organisatorischen Bereich, z. B. in der Verwaltung, neuzeitliche Hilfsmittel einsetzten. So benutzte beispielsweise die Lufthansa schon Anfang der 30er Jahre das Hollerith- (Lochkarten-) Verfahren, um die wirtschaftliche Lage des Unternehmens anhand monatlicher Bilanzen zu überprüfen.

³⁾ Vgl.: *Mentzer, W. C. and Hal. E. Nourse*, »Some Economic Aspects of Transport Aeroplane Performance«, in: *Journal of The Royal Aeronautical Society*, June 1940.

⁴⁾ Der Begriff »Direkte Betriebskosten« ist in der Verkehrsfluffahrt in seiner heutigen Form erst nach dem Zweiten Weltkrieg geprägt worden. Feste und von der Einsatzdauer abhängige Kosten wurden schon damals fast in der gleichen Form erfaßt, wie das heute geschieht.

1.2 Die Entwicklung nach dem Zweiten Weltkrieg

Nach dem Zweiten Weltkrieg verlagerte sich das Schwergewicht im Verkehrsflugzeugbau in die USA. Dort erzielte die letzte Generation von Verkehrsflugzeugen, die durch Kolbenmotoren angetrieben wurden, das Maximum an Flugleistungen, das mit dieser Antriebsart zu erreichen war. Dazu gehörten die bekannten Muster *Douglas DC 6* und *DC 7*, ferner *Lockheed »Constellation«* und *»Super Constellation«* und deren Weiterentwicklungen. Von der zweiten Hälfte der 50er Jahre ab wurde der Kolbenmotor, der an seiner Leistungsobergrenze angelangt war, bei Luftfahrzeugneuentwicklungen von der Gasturbine mehr und mehr verdrängt, anfangs von der Luftschraubenturbine, z. B. bei den Mustern *Vickers »Viscount«*/Großbritannien, *Fokker F 27 »Friendship«*/Niederlande und *Lockheed »Electra«*/USA, später von der reinen Strahltriebwerke.

Vor allem die Strahltriebwerke erhöhte die Antriebsleistung beträchtlich. Dadurch war es möglich, die Dauergeschwindigkeit des Verkehrsflugzeuges bis an die Grenze der Schallgeschwindigkeit zu steigern. Gleichzeitig ließ sich die Tragfähigkeit an Nutzlast und Brennstoff erheblich erhöhen. Die ersten Repräsentanten dieser Entwicklung, die Langstreckenflugzeuge *Boeing B 707* und *Douglas DC 8*, beförderten ab 1960 bis zu 150 Reisende im Linienverkehr zwischen Westeuropa und der Ostküste von Nordamerika ohne Zwischenhalt bei allen Witterungsbedingungen. Die ersten Einheiten des neuen Interkontinentalflugzeugmusters *Boeing B 747*, das Anfang 1969 die Flugerprobung aufgenommen hat, sollen vom Frühjahr 1970 ab bei einer Gesamtzuladung von über 185 t bis zu fast 500 Reisende über den Atlantik transportieren.

Die Erhöhung der Dauergeschwindigkeit und des Tragvermögens läuft in betriebswirtschaftlicher Hinsicht auf eine Vergrößerung der Produktivität des Luftfahrzeugs als Beförderungsmittel und auf eine Senkung seiner direkten Betriebskosten je Einheit der Transportarbeit (je Tonnen- bzw. je Sitz-km) hinaus. Auf Einzelheiten dieser Entwicklung wird noch ausführlicher einzugehen sein.

Dem Beispiel des Luftfahrzeugs, das auf betriebswirtschaftlichem Gebiet eine Art Schrittmacherrolle übernommen hatte, folgte auch der übrige technische Apparat der Verkehrsluftfahrt, die Flughäfen, indem sie verstärkt alle Möglichkeiten der Kosteneinsparung und der Ertragssteigerung auszuschöpfen begannen. Den letzteren Weg haben wiederum die USA als erste mit großem Erfolg beschritten⁵⁾. — Im organisatorischen Bereich der Luftverkehrsgesellschaften, in Betrieb und Verwaltung, wurden die Bemühungen um eine wirtschaftliche Unternehmensführung unter Benutzung aller neuzeitlichen Verfahren und technischen Hilfsmittel fortgesetzt.

Angesichts dieses Sachverhalts läßt sich die Behauptung rechtfertigen, daß im neuzeitlichen Luftverkehr vor allem die wirtschaftlichen Momente die Marschrichtung der Entwicklung bestimmen. Eine derartige Feststellung besagt zugleich, daß das Luftfahrzeug seinen festen Platz im Kreis der übrigen Verkehrsmittel gefunden hat.

Im folgenden wird an einer Reihe von Beispielen gezeigt, wie stark heute wirtschaftliche Gesichtspunkte das Erscheinungsbild der neuzeitlichen Verkehrsluftfahrt kennzeichnen.

⁵⁾ Z. B.: *Arbeitsgemeinschaft Deutscher Verkehrsflughäfen (ADV)*, Stuttgart, »Bericht über eine Amerika-Studienreise deutscher Flughafen-Sachverständiger«, Mai 1954. — Der Verfasser war an der Auswertung der Ergebnisse und an der textlichen Darstellung in großem Umfang beteiligt.

2. Mittel und Wege der Luftfahrzeugtechnik als Beitrag zu wirtschaftlicherer Betriebsführung

Die Luftfahrzeugtechnik geht zwei Wege, um den Flugbetrieb immer wirtschaftlicher zu gestalten. Sie steigert einerseits die Produktivität ihrer Fahrzeuge als Transportmittel und senkt andererseits die Betriebskosten, die auf die Nutzarbeitseinheit, je tkm bzw. je Sitz-km, bezogen werden. Beide Größen wirken im Sinne der oben genannten Thematik zusammen.

2.1 Die Steigerung der Produktivität

Die Produktivität des Luftfahrzeugs als Transportmittel läßt sich bei schrittweise erfolgreichem Vorgehen dadurch steigern, daß eine ihrer beiden Komponenten vergrößert wird, also entweder durch eine Erhöhung der Dauergeschwindigkeit, wie z. B. beim Überschallflugzeug auf ein Vielfaches der Schallgeschwindigkeit, oder durch eine Vermehrung der Tragfähigkeit an Nutzlast und Brennstoff, wie bei den z. Z. größten Unterschallflugzeugen. Die dritte Möglichkeit, beide Komponenten gleichzeitig zu vergrößern, ist bisher nur auf dem Reißbrett untersucht worden, so bei dem auf dem Papier gebliebenen Projekt des US-amerikanischen Überschallflugzeugs *Boeing B 2707*⁶⁾.

2.1.1 Die Erhöhung der Dauergeschwindigkeit

Die Dauergeschwindigkeit neuzeitlicher Verkehrsflugzeuge mit Strahltriebwerken bewegt sich bei etwa 800 bis fast 1000 km/h. Sie nähert sich in ihrem oberen Bereich bereits der Schallgeschwindigkeit⁷⁾ und läßt sich im Waagrechtflug über diese Grenze hinaus mit den herkömmlichen technischen Mitteln nicht überschreiten. Da die Mehrzahl neuzeitlicher Verkehrsflugzeuge weiterhin nach den bisherigen Gestaltungsgrundsätzen gebaut wird, bleibt ihre Dauergeschwindigkeit unterhalb der Schallgeschwindigkeitsgrenze. Diese Luftfahrzeuggattung fällt daher unter den Begriff des *Unterschallflugzeugs*.

2.1.2 Die Vergrößerung der Nutzlast

Bei Flugzeugen des Personenverkehrs laufen alle Maßnahmen, die Nutzlast zu vergrößern, auf eine Steigerung des Fassungsvermögens an Fluggastsitzen hinaus. Das gilt für alle Neukonstruktionen. Aber auch bei Flugzeugen, die sich bereits im Einsatz befinden, läßt sich das Fassungsvermögen an Sitzplätzen in gewissen Grenzen erhöhen.

2.1.2.1 Die Vergrößerung der Sitzplatzkapazität bei bereits im Einsatz befindlichen Flugzeugmustern

Das Fassungsvermögen an Sitzplätzen wurde bei Flugzeugen, die sich bereits im Einsatz befanden, dadurch vergrößert, daß – unter Verzicht auf die normale Reisebequemlichkeit – mehr Sitze eingebaut wurden, zunächst ein Versuch, bei dem Ende der 40er Jahre mit

⁶⁾ Vgl.: Porger, V., Stand und Entwicklungsmöglichkeiten des Luftverkehrs zwischen Europa und Nordamerika, in: Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, 37. Jg. (1966), S. 222 ff.

⁷⁾ Die Schallgeschwindigkeit beträgt in Bodennähe annähernd 1250 km/h. Sie nimmt mit zunehmender Höhe ab und liegt in Höhen um 8–11 km, in denen Strahlflugzeuge im allgemeinen fliegen, um etwa 200 km/h niedriger als in Bodennähe.

der Einführung der sogenannten Touristenklasse zugleich die Tarife ermäßigt wurden. Sitzbreite und -abstand unterliegen in den verschiedenen Reiseklassen, in der Ersten, der —inzwischen eingeführten— Economy- und der Touristenklasse, bestimmten Normen, die für Luftverkehrsgesellschaften, die dem Internationalen Luftverkehrsverband, der *International Air Traffic Association* (IATA), angehören, verbindlich sind.

Noch vor Abschaffung der Touristenklasse (Mitte 1960) wurde die sogenannte Economyklasse (ab Frühjahr 1958) eingeführt, die bis heute beibehalten wurde. Über die Entwicklung der IATA-Tarife in den drei Reiseklassen während der Jahre 1954—1966 wurde am Beispiel der maßgebenden Verbindung London—New York bereits an anderer Stelle berichtet (vgl. Fußnote 6).

Sitzbreiten und -abstände in den verschiedenen Reiseklassen, z. B. bei dem im Bau befindlichen US-amerikanischen Airbus-Muster *Mc Donnell-Douglas DC 10*, gehen aus folgender Übersicht hervor:

| Kennzeichen der Sitzbequemlichkeit | Erste | Coach- Klasse | Economy- |
|---------------------------------------|-------|------------------|----------|
| Sitzbreite (cm) | 54,0 | 46,0 | 46,0 |
| Sitzabstand (cm) | 96,5 | 91,0 | 86,0 |

Die Sitzbreiten werden zwischen den Außenkanten der Armlehnen, die Sitzabstände von Sitzvorderkante zu -vorderkante gemessen.

In welchem Maße die Sitzplatzkapazität auf Kosten der Reisebequemlichkeit vergrößert werden kann, zeigt das Beispiel des Langstreckenflugzeugs Boeing B 707. Es darf im Einsatz auf der stark frequentierten Verbindung zwischen Kalifornien und der Insel Hawaii (rd. 3000 km Flugweite) in Economyklasseneinrichtung 190 Sitze statt normal 150 fassen.

2.1.2.2 Die Vergrößerung der Sitzplatzkapazität bei Abwandlungen bereits im Einsatz befindlicher Flugzeugmuster

Als Vorbild für entsprechende Maßnahmen im Luftfahrzeugbau diente der Schiffbau. Zwischen beiden Weltkriegen hatten zahlreiche Reedereien ihre Frachtschiffeinheiten auseinander schneiden lassen, um durch Einfügen von mehr oder weniger langen Zwischenstücken Nutzraum und Tragfähigkeit erheblich zu vergrößern. In gleicher Weise sind die Luftfahrzeughersteller schon seit einer Reihe von Jahren bei Weiterentwicklungen neuer Flugzeugmuster, die bereits im Verkehr eingesetzt sind, vorgegangen. Sie vergrößern das Fassungsvermögen der Rümpfe dadurch, daß sie vor und hinter dem Flugzeugschwerpunkt bzw. dem Flügelmittelteil Rumpfwischenstücke einfügen. Eine Zahlenübersicht läßt erkennen, wieviel Sitzplätze und welche Nutzlastmengen durch dieses »Strecken« der Rümpfe bei einigen Flugzeugmustern, deren Erstaussführungen schon seit einigen Jahren eingesetzt sind, gewonnen werden konnten (s. Zahlentafel 1).

Am weitesten ist die Vergrößerung der Sitzplatzkapazität durch »Strecken« bisher bei dem Langstreckenflugzeug *Mc Donnell-Douglas DC 8* getrieben. Die neue »gestreckte« Baureihe DC 8-61 und -63 faßt bis zu 250 Sitze, d. h. rd. 100 Sitze mehr als das Ausgangsmuster. — Auf die Frage der absoluten Nutzlasterhöhung bei Neuentwicklungen wird gesondert eingegangen.

Alle Maßnahmen zur Steigerung der Produktivität der Luftfahrzeuge als Verkehrsmittel zielen auf eine Senkung der direkten Betriebskosten ab. Wie werden diese Kosten ermittelt?

3. Die Ermittlung der direkten Betriebskosten von Flugzeugen

Verkehrsflugzeuge werden im allgemeinen in gleicher Weise wie die Fahrzeuge von Bodenverkehrsmitteln nach erwerbswirtschaftlichen Gesichtspunkten betrieben. Der wirtschaftliche Erfolg wird an dem Verhältnis von Kosten zu Erträgen gemessen. Jeder dieser beiden Faktoren folgt einer eigenen Gesetzmäßigkeit:

1. Die Betriebskosten eines Flugzeugs hängen von der Dauer seiner Betriebszeit und von der Anzahl seiner Landungen ab, d. h. von der Etappenlänge zwischen zwei Landungen einschließlich etwaiger Umwege, die z. B. durch die Benutzung der sogenannten Luftstraßen bedingt sind, und
2. die Betriebserträge jedes Fluges hängen von der Entfernung zwischen Abflug- und nächstem Zielflughafen sowie von der Höhe des Auslastungsgrades des Flugzeugs ab, d. h. von der Anzahl der (gegen Entgelt) in Anspruch genommenen Fluggastsitze und von der Menge an beförderter Post und Fracht.

Dieser betriebswirtschaftliche Zusammenhang sollte nicht aus den Augen verloren werden, auch wenn die folgende Darstellung ausschließlich von der Komponente Betriebskosten handelt.

3.1 Bestimmung des Begriffs direkte Betriebskosten, Zweck der Kostenermittlung und Berechnungsverfahren

Unter den direkten Betriebskosten von Verkehrsflugzeugen sind diejenigen Kosten zu verstehen, die unmittelbar mit dem Luftfahrzeugbetrieb verbunden sind⁸⁾. Sie können daher maßgeblich von der Luftfahrzeugtechnik beeinflusst werden. Infolgedessen ist es verständlich, daß die Höhe der direkten Betriebskosten der verschiedenen Luftfahrzeug-

⁸⁾ Die *direkten* Betriebskosten von Luftfahrzeugen hängen von ihren kennzeichnenden technischen Merkmalen ab und gliedern sich in bekannter Weise in feste, d. h. von der Betriebsdauer unabhängige Kosten und in solche, die sich mit der Betriebsdauer ändern, die sogenannten veränderlichen Kosten. Zu den *festen* Kosten werden im allgemeinen folgende Aufwendungen gerechnet:

1. Die Aufwendungen für die Abschreibung der Luftfahrzeuge und ihres Ersatzteilverrats,
2. die Zinsen für das in den Luftfahrzeugen und in ihrem Ersatzteilverrat investierte Kapital und
3. die Versicherungsprämien, z. B. für Kasko- und Haftpflichtversicherungen.

Zu den *veränderlichen* Betriebskosten zählen die Aufwendungen für

1. die Instandhaltung der Luftfahrzeuge,
2. den Brennstoff- und Schmierstoffverbrauch der Triebwerke,
3. die Bezüge des Flug- und Kabinenpersonals einschließlich der Sozialleistungen und
4. die Start- und Landegebühren.

Zu den indirekten Betriebskosten werden u. a. die Stationskosten gezählt, da die Luftfahrzeughersteller kaum Einfluß auf die Gestaltung der Stationsanlagen ausüben können.

Zu den Stationskosten gehören die Aufwendungen für Betrieb und Unterhaltung der Station, für die verkehrliche Abfertigung der Reisenden und ihres Gepäcks sowie der Fracht, u. U. auch die Aufwendungen für das Zu- und Abbringen der Reisenden zum bzw. vom Flughafen sowie ferner für die betriebliche Abfertigung der Luftfahrzeuge vor dem Abflug und nach der Landung. Auf den Flughäfen der BRD liegt die verkehrliche Abfertigung bei den verschiedenen Luftverkehrsunternehmen, während die betriebliche Abfertigung meist von den Flughafengesellschaften gegen Entgelt durchgeführt wird.

Zahlentafel 1

Vergrößerung der Sitzplatzkapazität und der Nutzlast durch »Strecken« der Rümpfe bei einigen neuzeitlichen Luftfahrzeugmustern

| Flugzeugmuster | Hersteller | Rumpflänge (m) | Anzahl der Fluggast- sitze (-) | Größte Nutzlast (kg) | Größtes Abflug- gewicht (kg) |
|-----------------|---|-------------------|---|----------------------------|---------------------------------------|
| Caravelle III | Sud Aviation, Frankreich | 32,0 | 80 | 8 100 | 46 000 |
| Caravelle 12 *) | Sud Aviation, Frankreich | 36,3 | 128 | 12 600 | 56 000 |
| BAC 111-400 | British Aircraft Corporation, Großbritannien | 28,5 | 89 | 8 350 | 39 500 |
| BAC 111-500 | British Aircraft Corporation, Großbritannien | 32,6 | 97-109 | 10 900 | 44 500 |
| B 727-100 | Boeing, USA | 40,6 | 130 | 14 340 | 70 050 |
| B 727-200 | Boeing, USA | 46,7 | 180 | 18 820 | 77 100 |
| B 737-100 | Boeing, USA | 27,6 | 80-103 | 13 200 | 44 000 |
| B 737-200 | Boeing, USA | 29,5 | 88-117 | 14 480 | 48 540 |
| DC 9-20 | McDonnell-Douglas, USA | 31,8 | 90 | 9 925 | 44 450 |
| DC 9-30 | McDonnell-Douglas, USA | 36,4 | 105 | 10 500 | 44 450 |
| DC 9-40 | McDonnell-Douglas, USA | 38,3 | 115 | 14 450 | 51 700 |

*) Noch im Projektstadium.

muster einerseits von den Luftfahrtunternehmen und andererseits von den Luftfahrzeugherstellern aufmerksam beobachtet und in ihrer Entwicklung verfolgt wird.

Alle größeren Luftverkehrsgesellschaften haben eigene Verfahren entwickelt, um die Betriebskosten, die sich aus vielen Einzelposten zusammensetzen, genau zu erfassen und zu berechnen. Die Kostenermittlung ist immer mit einem nicht unerheblichen Arbeits- und Zeitaufwand verbunden.

Oft ist es notwendig, die Betriebskosten neuer Luftfahrzeuge oder Luftfahrzeugprojekte verhältnismäßig schnell, aber mit hinreichender Genauigkeit und mit vertretbarem, je-

doch geringerem Arbeits- und Zeitaufwand festzustellen, als ihn das exakte Vorgehen erfordern würde. Für diesen Zweck sind einige Verfahren und Berechnungsanleitungen entwickelt worden. Diese sollen nicht allein den Zwecken der Luftfahrtunternehmen dienen, sondern auch den Luftfahrzeugherstellern die Möglichkeit verschaffen, sich schnell über die betriebswirtschaftlichen Auswirkungen von Entwurfs- und Auslegungsänderungen ihrer Vorhaben zu orientieren.

3.2 Berechnungsverfahren zur Ermittlung der direkten Betriebskosten von Flugzeugen

Am meisten bekannt ist die sogenannte *ATA-Methode* des US-amerikanischen Luftverkehrsverbandes, *Air Transport Association (ATA)*, und diejenige des Verbandes der britischen Luftfahrzeugindustrie, *Society of British Aircraft Constructors (SBAC)*⁹⁾. Beide Verfahren sind im Lauf der letzten 20 Jahre mehrfach abgewandelt und verfeinert worden, um sie den Anforderungen der Luftverkehrspraxis anzupassen. — Schon seit einer Reihe von Jahren hat auch die Lufthansa ein eigenes Berechnungsverfahren entwickelt, das, wie auch die *SBAC-Methode*, den Vorzug guter Übersichtlichkeit besitzt. Alle Betriebskostenangaben, die im folgenden gemacht werden, sind, sofern nicht andere Quellen genannt werden, in Anlehnung an das Lufthansa-Verfahren berechnet worden.

3.3 Das Vorgehen im einzelnen

Die Verfahren laufen in ihren Grundzügen auf vier in sich abgeschlossene Arbeitsgänge hinaus, auf

1. eine Ermittlung des Flugzeugleergewichts und des Zuladungsgewichts,
2. eine Berechnung der sogenannten Betriebswerte, mit deren Hilfe das Gewicht der Zuladung in seine beiden Bestandteile, das Nutzlast- und das Brennstoffgewicht, aufgliedert wird,
3. eine Zusammenstellung aller Preise des vollständig ausgerüsteten und ausgestatteten Luftfahrzeugs einschließlich seines Ersatzteilbedarfs sowie seiner Triebwerksreserve und
4. die Berechnung der direkten Betriebskosten in absoluter Höhe und in ihrer spezifischen Form.

3.3.1 Die Ausgangsgrundlage der Berechnungsgänge

Alle Berechnungsgänge fußen in erster Linie auf den Angaben der sogenannten Baubeschreibung des betreffenden Luftfahrzeugs (Technical Description), die das Herstellerwerk anhand der Anforderungen der betreffenden Luftverkehrsgesellschaft zusammenstellt. Sie enthält u. a. die hier vor allem interessierenden Gewichts- und Flugleistungsdaten. Der Hersteller garantiert diese Daten mit meist nur geringen Abschlägen, sofern die Baubeschreibung Bestandteil eines etwaigen Liefervertrages sein soll. Die Luftverkehrsgesellschaft wird die Angaben der Baubeschreibung im allgemeinen auch noch von sich aus geringfügig reduzieren, wenn die Daten Grundlage betrieblicher Planungen sein sollen.

⁹⁾ »Standard Method for the Estimation of Direct Operating Costs of Aircraft«, prepared and issued by the Technical Section, The Society of British Aircraft Constructors, London.

3.3.2 Die einzelnen Berechnungsgänge

Die *Gewichtsermittlung* hat die Unterlagen für die Berechnung der Zuladung und für die Aufgliederung in den Nutzlast- und Brennstoffanteil¹⁰⁾ bei den verschiedenen Flugweiten zu liefern. Zu diesem Zweck wird das Leergewicht des Flugzeugs bzw. sein Betriebsleergewicht (letzteres schließt das Gewicht der Flug- und Kabinenbesatzung mit ein) genau ermittelt und vor allem daraufhin überprüft, ob Ausrüstung¹¹⁾ und Ausstattung der Innenräume¹²⁾ der Baubeschreibung sowie den besonderen Anforderungen und Normen der Luftverkehrsgesellschaft entsprechen und vollständig aufgeführt sind. Eine genaue Kontrolle insbesondere auf Vollständigkeit ist notwendig, da etwaige Mehrgewichte von der Nutzlast abgezogen werden, also die Produktivität an Beförderungsarbeit herabsetzen und infolgedessen die Erträge mindern.

Zu den sogenannten *Betriebswerten* zählen alle Daten, mit deren Hilfe zunächst die Nutzlast- und Brennstoffmengen für die verschiedenen Flugweiten und später die direkten Betriebskosten in absoluter Höhe errechnet werden, so z. B. die größtmögliche Flugweite samt der noch verbleibenden Nutzlastmenge und die Flugweite bei Mitnahme der größtmöglichen Nutzlastmenge (s. Abb. 1), ferner die sogenannte Blockzeitdauer¹³⁾ und die Blockbrennstoffmenge¹⁴⁾. Neben den Gewichtsangaben über die Größe des Nutzlastangebots ist bei Flugzeugen des Personenverkehrs, von denen hier ausschließlich die Rede ist, auch die Anzahl der Fluggastsitze aufzuführen, die besetzt bzw. gebucht werden dürfen. Der Berechnungszeitraum muß sich über ein volles Jahr erstrecken, um den Wechsel der Angebotsgröße den jahreszeitlichen Schwankungen der Nachfrage gemäß zu berücksichtigen. Werden die Betriebswerte in Abhängigkeit von der Flugweite bildlich dargestellt (s. Abb. 1), so erübrigt sich eine Berechnung etwa benötigter Zwischenwerte.

Um die spezifischen Betriebskosten ermitteln zu können, ist die Anzahl der jährlichen Flugstunden, die Länge der jährlich zurückgelegten Flugstrecke sowie das jährliche Angebot an Beförderungsarbeit (in tkm bzw. Sitz-km) zu berechnen.

Die Ermittlung der *Betriebskosten* geht von einer Zusammenstellung sämtlicher Preisangaben aus, angefangen vom Preis des Luftfahrzeugs und seiner einzelnen Baugruppen wie Zelle, Ausrüstung und Ausstattung einschließlich ihres Ersatzteilverrats bis zu den Preisen der Reservetriebwerke samt ihrem Ersatzteilbedarf. Gewisse Zuschläge für Sonderwünsche, Konstruktionsänderungen auf Wunsch des künftigen Halters, Preiserhöhungen usw. werden zweckmäßig von vornherein in Rechnung gestellt.

Im Rahmen der *festen Kosten* wird in Europa mit längeren Abschreibungszeiträumen gerechnet als bisher, so für alle Flugzeuge mit Strahltriebwerkeantrieb im allgemeinen mit nicht unter zehn Jahren. — Der Zinssatz für das in den Luftfahrzeugen investierte Kapi-

10) Außer der normalen Verbrauchsmenge müssen folgende Brennstoffreserven mitgeführt werden, eine Reserve

1. für Gegenwindeinfluß, auch als Streckenreserve bezeichnet,
2. für den Flug bis zu einem um 300 km entfernten Ausweichflughafen, falls der normale Ziel Flughafen infolge schlechten Wetters nicht angefliegen werden kann, und
3. für »Warten« auf Landeerlaubnis bei starkem Verkehr auf dem Ziel- oder Ausweichflughafen.

11) Zur Flugzeugausrüstung gehören Instrumentierung, FT-Gerät, Elektronik, Notausrüstung, Bordwerkzeug und Ersatzteile usw., um nur die wichtigsten Teile zu nennen.

12) Die Innenausstattung umfaßt die Besatzungsräume, Fluggasträume, Räume für die Kleiderablage, Bordküche, Toiletten, Gepäckräume u. a. m.

13) Unter Blockzeitdauer ist diejenige Zeitspanne zu verstehen, die zwischen dem Abrollen des Flugzeugs von seinem Abfertigungsplatz (Flugsteig) auf dem Abflughafen bis zu seinem Stillstand nach der Landung am Abfertigungsplatz des Ziel Flughafens verstreicht.

14) Blockbrennstoff ist diejenige Menge Brennstoff, die während der Blockzeitdauer verbraucht wird.

tal wird dem derzeitigen Niveau angepaßt. — Die unterschiedliche Höhe der verschiedenen Versicherungsprämien wird vereinfachend zu einem Mittelwert zusammengefaßt. — Der steigenden Tendenz der Bezüge des Flugpersonals während der letzten 1½ Jahrzehnte bei gleichzeitiger Verkürzung der Dienstzeitdauer¹⁵⁾ trägt das Lufthansa-Verfahren dadurch Rechnung, daß es die Bezüge der Flug- und Kabinenbesetzungen einschließlich der Sozialleistungen zu den festen Kosten zählt und eine Personalreserve von z. Z. 4 Besetzungen je eingesetztes Flugzeug vorsieht.

Im Rahmen der *veränderlichen* Kosten machen die beiden großen Posten der Instandhaltungs- und der Brennstoffkosten den bei weitem größten Anteil aus, sofern die Bezüge des Flug- und Kabinenpersonals, wie hier, nach dem Vorgehen der Lufthansa, den festen Kosten zugerechnet werden. Die ersteren werden aufgegliedert nach den Aufwendungen für die laufende Wartung und für größere periodische Instandsetzungen. Sie lassen sich anhand von Erfahrungswerten auf die Betriebsstunde beziehen. — Der Ermittlung der Brennstoffkosten wird der Jahresbedarf zugrundegelegt. — Die Start- und Landegebühren werden aufgrund einer mittleren Blockzeitdauer zwischen 2 Landungen errechnet.

Nach der Ermittlung der direkten jährlichen Betriebskosten in absoluter Höhe (s. Abb. 5) lassen sich die spezifischen Betriebskosten, wie bereits erwähnt, mit Hilfe der entsprechenden Betriebswerte errechnen. Eine bildliche Darstellung der Ergebnisse erweist sich auch hier als zweckmäßig (s. Abb. 1).

3.4 Das Betriebskostenniveau neuzeitlicher Luftfahrzeuggattungen

Unter Anlehnung an das Lufthansa-Verfahren wurden die direkten Betriebskosten für eine Reihe charakteristischer, in größerer Stückzahl eingesetzter Luftfahrzeuge der drei Gattungen Kurz-, Mittel- und Langstreckenverkehr berechnet. Die Ergebnisse sollen eine Vorstellung von der Kostenhöhe der verschiedenen Flugzeugmuster sowie von der Höhe des jeweiligen Kostenniveaus vermitteln. Der Berechnung wurden optimale Einsatzzeiten für jeden Flugweitenbereich zugrundegelegt.

Einige kennzeichnende Daten der untersuchten Muster, die der Kostenberechnung und der Ermittlung des Kostenniveaus zugrundegelegt haben, sind in einer Zahlenübersicht zusammengestellt (s. Zahlentafel 2).

Die Ergebnisse sind in Schaubildern dargestellt (s. Abb. 1–5). Im oberen Teil des ersten Schaubildes (s. Abb. 1) sind Nutzlast, Blockbrennstoffmenge, Blockzeitdauer und Blockgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Flugweite angegeben, darunter die zugehörigen spezifischen direkten Betriebskosten (DM je Sitz-km). Der Verlauf der letzteren über der

¹⁵⁾ Lt. Flight International vom 17. 4. 1969 wurde das Grundgehalt eines Senior Captain der staatlichen British Overseas Corporation (BOAC), die nur internationalen Langstreckenverkehr treibt, nach dem kürzlichen Streik des Flugpersonals von bisher £ 5800 (rd. DM 55 000,—) auf £ 6750 (rd. DM 64 000,—) erhöht, also um etwa 16,4 v. H. Die Gehälter der übrigen Flugzeugführer wurden um etwa 15 v. H. angehoben.

Die Dauer der Normaldienstzeit, die dieser Regelung zugrundeliegt, beträgt 55 Stunden innerhalb von 28 Tagen. Sie schließt auch Zeiten bloßer Dienstbereitschaft im In- und Ausland mit ein. Ältere Flugzeugführer können bis zu 80 Stunden Dienst innerhalb von 28 Tagen tun. Dabei wird die Zeit über 55 Stunden hinaus mit \$ 5 12 s 6 d (etwa DM 53,50) je Stunde vergütet. Die älteren Flugzeugführer erreichen auf diese Weise Jahresbezüge von etwa £ 8400 (rd. DM 80 000,—), wie die Quelle berichtet. Es sei in diesem Zusammenhang bemerkt, daß die 1. Ausgabe der *SBAC-Methode* vom Jahre 1949 die Gesamtbezüge eines Senior Captain, des Chefs einer 4–5 köpfigen Flugbesetzung, noch mit £ 3030 je Jahr (rd. DM 35 000,—) bei einer jährlichen Flugdienstdauer von 900 Stunden beziffert.

Zahlentafel 2

Einige kennzeichnende Daten von Kurz-, Mittel- und Langstreckenflugzeugen, die der Berechnung ihrer direkten Betriebskosten und der Ermittlung des Betriebskostenniveaus der 3 Flugzeuggattungen zugrundegelegt sind

| Flugzeugmuster | Einsatz- weiten- bereich | Anzahl der Flug- gastsitze (nutzbare) | Reise- geschwin- digkeit (km/h) | Abflug- gewicht (kg) | Anzahl, Muster und Leistung bzw. Schub der Triebwerke | Preis des Flugzeugs*) (Mill. DM) |
|--|---|--|--|----------------------------|--|--|
| De Havilland/ Kanada DHC-6 »Twin Otter« | Kurz- strecken- verkehr | 11 | rd. 240 | 4 765 | 2 × Canadian Pratt & Whitney PT 6 A-20 2 × 580 PS | rd. 1,5 |
| Short »Turbo Skyvan« | » | 11 | rd. 250 | 5 675 | 2 × Turbomeca »Astazou XII« 2 × 690 PS | rd. 1,9 |
| Vereinigte Flug- technische Werke, Bremen VFW 614 | » | 36 (-44) | rd. 725 | 16 500 | 2 × Rolls Royce/ SNECMA M 45 2 × 3500 kg | rd. 7,0 |
| Fokker F 28 »Fellowship« | » | 55 (-60) | rd. 800 | 24 500 | 2 × Rolls Royce RB 183-1 »Spey Junior« MK 550 2 × 3965 kg | rd. 11,5 |
| Boeing B 737-100 | (Kurz- u.) Mittel- strecken- verkehr | 84 (-95) | rd. 750 | 42 800 | 2 × Pratt & Whitney JT 8 D-7 2 × 5445 kg | rd. 18,5 |
| Mc Donnell-Douglas DC 9-10 | » | 75 (-80) | rd. 765 | 38 600 | 2 × Pratt & Whitney JT 8 D-5 2 × 5445 kg | rd. 18,0 |
| Sud Aviation SE 210 »Caravelle III« | » | 70 (-80) | rd. 800 | 46 000 | 2 × Rolls Royce »Avon« Mk 527 2 × 5175 kg | rd. 18,5 |
| Hawker Siddeley »Trident 1 C« | Mittel- strecken- verkehr | 78 | rd. 840 | 50 800 | 3 × Rolls Royce RB 163-1 3 × 4700 kg | rd. 17,0 |
| Boeing B 727-200 | » | 155 (-180) | rd. 810 | 76 700 | 3 × Pratt & Whitney JT 8 D-7 3 × 6350 kg | rd. 26,0 |
| Boeing B 707-320 B | Lang- strecken- verkehr | 164 (-190) | rd. 845 | 150 400 | 4 × Pratt & Whitney JT 3 D-3 B 4 × 8170 kg | rd. 37,5 |
| Mc Donnell-Douglas DC 8-53 | » | 152 | rd. 860 | 142 900 | 4 × General Electric JT 3 D-3 4 × 8170 kg | rd. 35,0 |
| BAC/Sud Aviation »Concorde« | » | rd. 100 | rd. 2200 | 148 000 | 4 × Bristol/SNECMA »Olympus« 593 B 4 × 15 000 kg | rd. 95,0 |

*) geschätzt einschl. Ersatzteilbedarf.

Flugweite zeigt die charakteristische nach oben offene U-Form. Der niedrigste Wert ist der optimalen Flugweite zugeordnet.

Die bildlichen Darstellungen lassen erkennen, daß bei Kurzstreckenflugzeugen der Bereich optimaler Flugweiten, innerhalb dessen die spezifischen Betriebskosten niedrig liegen, verhältnismäßig eng begrenzt ist.

Das Betriebskostenniveau von Flugzeugen des Mittelstreckenverkehrs liegt nicht unbedeutend tiefer als dasjenige der Kurzstreckenflugzeuge (s. Abb. 2, 3 a und 3 b). Ferner nimmt der Flugweitenbereich, dem niedrige Betriebskosten zugeordnet sind, beim Übergang von Flugzeugen des Kurzstreckenbereichs zu denjenigen des Mittelstreckenbereichs stark zu.

Demgegenüber liegt der Pegelstand der spezifischen Betriebskosten von Langstreckenflugzeugen wiederum nicht unerheblich niedriger als bei den Einheiten des Mittelstreckenbereichs (s. Abb. 4). Außerdem ist der Kostenverlauf durch besonders flache Minima gekennzeichnet. Der Flugweitenbereich, dem nahezu gleichbleibende Kostenminima zugeordnet sind, erstreckt sich z. B. bei den beiden Unterschallflugzeugmustern *Boeing B 707* und *Mc Donnell-Douglas DC 8* über eine Entfernung von mehr als 5000 km Länge.

Inzwischen hat sich die Luftfahrzeugtechnik mit Erfolg bemüht, das Betriebskostenniveau durch Vergrößerung der Sitzplatzkapazität weiter herabzusetzen.

4. Die Auswirkungen von Erhöhungen der Nutzlast bzw. der Sitzplatzkapazität auf die Höhe der direkten Betriebskosten

Wie sich das bereits erwähnte »Strecken« der Rümpfe zur Erhöhung der Sitzplatzkapazität bei zwei neuzeitlichen Luftfahrzeugmustern, deren Grundmuster seit mehr als einem halben bzw. vollen Jahrzehnt im Linien- und Gelegenheitsluftverkehr eingesetzt sind, auf die Höhe ihrer spezifischen direkten Betriebskosten auswirkt, wird am Beispiel eines Mittelstrecken- und eines Langstreckenflugzeuges gezeigt.

4.1 Das Mittelstreckenmuster *Boeing B 727-200*

Das Grundmuster des Mittelstreckenflugzeugs *Boeing B 727-100* mit 3 Strahltriebwerken, das 1963 erstmals im Linienverkehr eingesetzt wurde, faßt normal etwa 110–120 Sitzplätze. Der Rumpf der neuen »gestreckten« Baureihe *B 727-200* wurde um etwa 6 m verlängert, so daß er 60–75 Sitze mehr aufnehmen kann.

Bei einem Flugweitenbereich zwischen 400 und 2400 km Länge betragen die spezifischen Betriebskosten des Grundmusters *B 727-100* weniger als DM 0,06 bis herab zu DM 0,04 je Sitz-km. Für die »gestreckte« *B 727-200* sinken die Kosten innerhalb des gleichen Einsatzweitenbereichs auf DM 0,04 bis herab zu DM 0,03 je Sitz-km (s. Abb. 3 b). Die niedrigeren spezifischen Kosten ergeben sich sogar unter der Voraussetzung, daß statt der 180 möglichen Sitze hier nur deren 155 vorgesehen sind. Wie die bildliche Darstellung zeigt, ergeben sich die niedrigsten Betriebskosten bei Flugweiten zwischen etwa 1500 und 1600 km Länge.

Die Luftverkehrsgesellschaften haben diese Ersparnis an direkten Betriebskosten sehr hoch bewertet. Das geht daraus hervor, daß bis zum Zeitpunkt des Erstfluges der *B 727-200*

bereits Aufträge auf mehr als 120 Einheiten erteilt waren. Inzwischen hat sich der Auftragsbestand auf annähernd 200 Einheiten erhöht.

4.2 Die »gestreckte« Abwandlung des Langstreckenmusters *Mc Donnell-Douglas DC 8*

Bereits für das Ausgangsmuster *Mc Donnell-Douglas DC 8-50*, das rd. 150 Fluggast-sitze faßt, lassen sich direkte Betriebskosten in Höhe von weniger als DM 0,05 bis herab zu DM 0,02 je Sitz-km bei Flugweiten von etwa 1000 bis 7000 km Länge errechnen. Durch eine Rumpfvverlängerung um rd. 10 m fassen die »gestreckten« Abwandlungen DC 8-61 und -63 etwa 100 Sitze mehr. Die rechnerischen direkten Betriebskosten der beiden neuen Baureihen sinken bei einem Fassungsvermögen von rd. 250 Fluggast-sitzen um etwa DM 0,01 je Sitz-km für den gleichen Einsatzweitenbereich. Auch bei diesem »gestreckten« Langstreckenmuster spricht eine große Anzahl von Aufträgen, annähernd 250 bis zum Frühjahr 1969, für die hohe Bewertung der außerordentlich niedrigen Betriebskosten. Die beiden neuen Baureihen wurden erstmals 1967 im Liniendienst eingesetzt.

5. Der Übergang zu neuen wesentlich größeren Luftfahrzeugeinheiten

Bei allen Verkehrsmitteln läßt sich schon seit dem Jahrhundertanfang eine zunehmende Vergrößerung ihrer Fahrzeugeinheiten beobachten. Sie hat von Verkehrsmittel zu Verkehrsmittel sehr unterschiedliche Ausmaße erreicht.

5.1 Schienenverkehr

Die Vergrößerung der Fahrzeuge hat sich im Personenverkehr auf der Schiene in mäßigen Grenzen gehalten. So ist z. B. die Einführung von Doppelstockwagen auf die Verbindung Hamburg-Lübeck beschränkt geblieben und hat, soweit bekannt, keine Nachahmung gefunden.

Dagegen haben sich Tragfähigkeit und Rauminhalt von Güterwagen für Massengut wie Kohle und Erz in den USA auf fast 70 t (für Erztransport) und fast 40 m³ Rauminhalt erhöht, während die Tragfähigkeit solcher Güterwagen in Deutschland nur 25 t erreicht hat.

5.2 Seeschifffahrt

Im Seeverkehr ist die Vergrößerung der Schiffseinheiten besonders auffallend gewesen. Die Tonnage schneller Fahrgastsschiffe hat bis zum Ausbruch des Zweiten Weltkrieges stark zugenommen. Sie hat bei der britischen »Queen Mary« mit mehr als 80 000 BRT einen seither nicht mehr überbotenen Höchstwert erreicht. Der seit langem fällig gewesene Ersatzbau, »Queen Elizabeth II«, der im Frühjahr 1969 in Dienst gestellt wurde, verdrängt nur noch 58 000 BRT und faßt 1400 Fahrgäste gegenüber den nahezu 2100 seines Vorgängers¹⁶⁾.

Im Tankschiffbau hat die Tragfähigkeit der bisher größten Einheiten innerhalb verhältnismäßig kurzer Zeit von 20 000–25 000 t heute bis auf etwa das Zehnfache zugenom-

¹⁶⁾ Bekanntlich sind die Pläne für den Bau von etwa 90 000 BRT verdrängenden Fahrgastsschiffen des Amerikaners *Cantor* bzw. für die 100 000 BRT-Schiffe des Schweizer *Detwiler* aufgegeben worden.

men. Im Frühjahr 1969 lief die ESSO »Scotia«, mit rd. 130 000 BRT und einer Tragfähigkeit von mehr als 250 000 t der bisher größte in Europa auf Kiel gelegte Tanker, bei der AG Weser, Bremen, vom Stapel.

5.1.3 Luftverkehr

Es könnte den Anschein haben, als ob der Bau erheblich größerer Luftfahrzeugeinheiten für den Personenverkehr in der westlichen Welt erst durch das Erscheinen des bis dahin größten Luftfahrzeugs auf dem Pariser Aero Salon 1965, des russischen Transporters *Antonow An-22* mit einer Nutzlast von 80 t, ausgelöst worden ist. Überraschend schnell wurde in der Folgezeit die Verwirklichung des US-amerikanischen Projekts *Boeing B 747* in die Tat umgesetzt, das im transatlantischen Dienst bis zu 490 Reisende fassen kann.

Erst später wurde in den USA, angeregt durch die seit längerer Zeit in Europa diskutierten Pläne für den Bau eines sogenannten *Airbus*, das Interesse an dieser Luftfahrzeuggattung geweckt. Die Entwürfe der beiden Luftfahrzeughersteller Lockheed und Mc Donnell-Douglas mit annähernd 300 Fluggastsitzen und mehr führten im Jahre 1968 zum Beschluß, mit dem Bau zu beginnen.

5.2 Die Airbus-Projekte in Europa und die US-amerikanischen Bauvorhaben größerer Sitzplatzkapazität und Tragfähigkeit

Mit dem Begriff »Airbus« verbindet sich die Vorstellung von Fahrzeugen für den Massenverkehr, die zu niedrigen Tarifen betrieben werden¹⁷⁾. Das Kennzeichen dieser Luftfahrzeuggattung, die an keine bestimmte Flugweite gebunden ist¹⁸⁾, ist ihr großes Fassungsvermögen an Sitzplätzen und eine Einheitsklassenausstattung (Economyklasse).

Die Verwirklichung der Airbus-Projekte ist in der Alten und Neuen Welt bisher sehr unterschiedlich verlaufen. Die Art und Weise des Vorgehens auf beiden Seiten des Atlantiks wirft ein kennzeichnendes Schlaglicht darauf, welche Bedeutung der unternehmerischen Initiative und Verantwortung zukommt, wenn es sich um die schnelle Realisierung von so umfangreichen und kostspieligen Vorhaben handelt, wie sie die Entwicklung großer Luftfahrzeugeinheiten heute darstellt. Die Tragik des Geschehens auf dieser Seite des Atlantiks ist darin zu sehen, daß die politischen und finanziellen Gegebenheiten kaum einen anderen Weg offen ließen als denjenigen, der hier beschritten wurde.

Neben den Flugzeugen noch größeren Tragvermögens werden vor allem die Airbus-Einheiten von der ersten Hälfte des nächsten Jahrzehnts ab dem Bild des Luftverkehrs in der Alten und Neuen Welt auf einer größeren Anzahl gut frequentierter Verbindungen seine charakteristischen Züge verleihen. Darauf deutet auch die große Anzahl von Auftragszusagen hin, die für die Bauvorhaben in den USA noch im Reißbrettstadium gegeben worden sind. Sie entsprechen einem Wert von mehr als DM 22 Milliarden, den Ersatzteilbedarf nicht mitgerechnet (Stand Juni 1969). In Anbetracht ihrer künftigen Bedeutung soll auf diese Luftfahrzeugkategorie, wie schon früher in Aussicht gestellt, hier näher eingegangen werden (vgl. Fußnote 6).

¹⁷⁾ Ein Verkehrsmittel dieser Art sind z. B. die Greyhound-Autobusse, die den nordamerikanischen Kontinent im Liniendienst mit einem dieser Beförderungsart und der langen Fahrtdauer angemessenen Komfort, aber mit niedrigsten Beförderungssätzen durchqueren. — Zur gleichen Gattung gehören auch die Europabusse der Deutschen Touring Gesellschaft.

¹⁸⁾ So betreibt z. B. die Lufthansa ihre sogenannten Airbus-Dienste lt. Sommerflugplan 1969 auf den Verbindungen zwischen Hamburg und Köln/Bonn, Düsseldorf und München sowie zwischen München und Köln/Bonn, also im innerdeutschen Kurzstreckenverkehr.

6. Die europäischen Airbus-Projekte

Die Pläne für den Bau eines europäischen Airbus reichen schon bis in die erste Hälfte der 60er Jahre zurück. Einige französisch-britische Firmengruppen, die sich zu diesem Zweck zusammengetan hatten, haben in den letzten Jahren eine Reihe von Projekten bearbeitet¹⁹⁾, ohne daß es zu ihrer Verwirklichung gekommen wäre.

6.1 Das Projekt A-300

Anfang 1967 brachte ein Konsortium, bestehend aus der französischen *Sud Aviation*, der britischen *Hawker Siddeley* und der deutschen *Arbeitsgemeinschaft Airbus*, den Entwurf A-300 heraus, ein sogenanntes Dickrumpfflugzeug. Das Projekt sollte etwa 300 Fluggastsitze fassen — es konnte durch »Strecken« auf 350 Sitze vergrößert werden — und sollte durch zwei Strahltriebwerke, wahlweise britischer oder US-amerikanischer Herkunft, angetrieben werden. Es war bei voller Ausnutzung seines Fassungsvermögens, aber mindestens mit 250 Sitzplätzen, für einen Einsatz auf allen europäischen Linienverbindungen sowie im Lufttouristikverkehr mit den südeuropäischen Erholungsgebieten vorgesehen. Weitere Einzelheiten gehen aus einer Zahlenübersicht hervor (s. Zahlentafel 3).

Zur Frage, ob das Projekt A-300 der Höhe des technischen Standes seiner Zeit entsprach, ist das Ergebnis einer systematischen Analyse von Interesse, die sich mit dem Problem der Vergrößerung von Verkehrsflugzeugen befaßt²⁰⁾. Wie die Untersuchung im einzelnen nachweist, folgt das Projekt A-300 hinsichtlich der Höhe seines spezifischen Bauaufwandes und seiner Produktivität an tkm bzw. Sitz-km der gleichen Gesetzmäßigkeit wie die bereits erwähnten »gestreckten« Baumuster Boeing B 727-200, McDonnell-Douglas DC 8-61 und -63 sowie das bis zu 490 sitzige Muster Boeing B 747.

Die Leitung des Projekts A-300 lag in französischen Händen. Die britische Partnerschaft kam unter der Voraussetzung zustande, daß ein britisches Triebwerk (Rolls Royce) gewählt würde. Der deutsche Partner hatte neben Projektstudien als Sondergebiet die Durchführung von Marktanalysen sowie von Untersuchungen über die Aufnahmefähigkeit der Luftfahrzeugmärkte in Europa und Übersee übernommen.

Die Verwirklichung eines derartigen Vorhabens überstieg die finanzielle Leistungsfähigkeit der Luftfahrzeugindustrie eines einzigen Landes bei weitem. Daher waren zunächst die britische und die französische Regierung übereingekommen, die Entwicklungskosten des Airbus-Projekts zu übernehmen. Die Kosten wurden auf mehr als DM 2 Milliarden geschätzt. Im Jahre 1967 trat auch die Regierung der Bundesrepublik Deutschland (BRD) dem Abkommen bei mit der Bereitschaft, sich an den Entwicklungskosten zu beteiligen²¹⁾.

6.2 Das Projekt A-300 B

Im Herbst 1968 entschloß sich das europäische Airbus-Konsortium, das sein Projekt samt einer naturgroßen Rumpfatrappe den interessierten Teilnehmern der Generalver-

¹⁹⁾ Am bekanntesten geworden ist das Projekt »Galion« der *Sud Aviation*, mit anfangs zwei, später vier Strahltriebwerken. Es sollte zunächst 100-150 Sitze, später bis 250 Sitze fassen und war als Nachfolgerin der 80 sitzigen »Caravelle« vorgesehen. Auch die britische Firma *Hawker Siddeley* hatte an einem Projekt (HS 132) mit zwei Strahltriebwerken gearbeitet.

²⁰⁾ Vgl.: *Schulz, R. W.*, Einige Vergrößerungsprobleme des Verkehrsflugzeugbaus — Ergebnisse einer statistischen Analyse —, in: *Luftfahrttechnik — Raumfahrttechnik* 1968, Nr. 9.

²¹⁾ Frankreich sollte rd. 25 v. H. der Entwicklungskosten, Großbritannien rd. 56 v. H. einschließlich der Kosten für die Entwicklung des Rolls-Royce-Triebwerks und die BRD rd. 19 v. H. übernehmen.

sammlung der IATA in München vorgeführt hatte, die Kapazität von rd. 300 Sitzen auf 250 herabzusetzen. Es muß dahingestellt bleiben, welche Gründe letzten Endes den Ausschlag für diese grundlegende Änderung des Projekts, jetzt mit A-300 B bezeichnet, gegeben haben. War es der Druck der geldgebenden Regierungen, der steigenden Tendenz der Entwicklungskosten nachdrücklicher entgegenzuwirken? War es die Furcht vor der Konkurrenz der beiden Airbus-Vorhaben von Lockheed und Mc Donnell-Douglas, die inzwischen in den USA angelaufen waren? Oder war es das Bestreben, die Zurückhaltung der maßgebenden europäischen Luftverkehrsgesellschaften gegenüber dem 300 sitzigen Projekt A-300 zu überwinden²²⁾?

Die Reduzierung der Sitzplatzkapazität beim Projekt A-300 B hat zweifellos den Vorteil gehabt, jetzt ein Triebwerk verwenden zu können, das sich bereits in einem fortgeschritteneren Erprobungsstand befindet, und mit dem vor der Aufnahme der Flugerprobung schon an anderer Stelle erste Betriebserfahrungen gesammelt sein werden. Rd. DM 660 Millionen an Entwicklungskosten für das ursprünglich vorgesehene Triebwerk lassen sich einsparen. Hinzu kommen noch rd. DM 185 Millionen Zellenminderkosten, so daß sich die Gesamtentwicklungskosten für das Projekt A-300 B im Endergebnis auf etwa DM 1,6 Milliarden ermäßigen werden. Davon hätten Frankreich und Großbritannien je 37,5 v. H. und die BRD rd. 25 v. H. zu tragen.

Die Verkleinerung des Projekts hat allerdings den Nachteil, daß sich die ursprüngliche Forderung der drei Geldgeber, die direkten Betriebskosten müßten um etwa 30 v. H. unter denjenigen der US-amerikanischen Airbus-Bauvorhaben liegen, nicht mehr aufrechterhalten bzw. nicht mehr erfüllen ließ. Es ist bemerkenswert, daß von seiten der beteiligten Regierungen eine derartige betriebswirtschaftliche Forderung erhoben wurde.

Mitte Dezember 1968 gab die britische Regierung bekannt, daß durch die Umstellung des Projekts die bisherigen Vereinbarungen über die Zusammenarbeit bei der Airbus-Entwicklung, das sogenannte *Memorandum of Understanding* vom September 1967, hinfällig geworden seien, so daß auf Regierungsebene erneut verhandelt werden müßte. Daraufhin erklärten sich die französische und die westdeutsche Regierung bereit, das neue Airbus-Projekt notfalls auch ohne britische Beteiligung weiter zu verfolgen. Diese Entscheidung kann u. U. dazu führen, daß jetzt, einem schon früher geäußerten Wunsch Frankreichs entsprechend, anstelle des britischen Rolls Royce-Triebwerks ein solches US-amerikanischer Herkunft gewählt wird. Seit sich die britische Regierung im April 1969 auch offiziell von der Teilnahme am europäischen Airbus-Projekt zurückgezogen hat, liegt das Vorhaben unter dem »Störfeuer« der angelsächsischen Tages- und Fachpresse²³⁾, hinter dem wohl nicht zu Unrecht die interessierte Luftfahrzeugindustrie zu beiden Seiten des Atlantiks zu vermuten ist. Ende Mai 1969 wurde zwischen den Regierungen der BRD und Frankreichs das Abkommen über den Bau des Airbus A-300 B unterzeichnet. Im Sommer 1968 war die britische Baufirma British Aircraft Corporation (BAC) mit

²²⁾ Die drei Regierungen hatten zur Vorbedingung für den Beginn von Konstruktionsarbeiten und Bauvorbereitungen gemacht, daß mindestens 75, später sogar 125 Auftragszusagen vorliegen müßten.

Nur die staatliche Air France hatte sich bereit erklärt, den europäischen Airbus zu beschaffen. — Die Lufthansa, die gerade im Begriff stand, ihre Flotte auf die Erzeugnisse eines einzigen Herstellers, der Firma Boeing, umzustellen, hatte sich dagegen nicht festlegen lassen.

Der staatlichen BEA war das 300 sitzige Projekt A-300 von Anfang an zu groß erschienen. Sie zeigte sich aber auch an der 250 sitzigen neuen Konzeption der A-300 B uninteressiert. Dagegen hat sie das rein britische Projekt BAC 311, das über fast die gleiche Sitzanzahl wie das Projekt A-300 B verfügt, öffentlich günstig beurteilt.

²³⁾ Der europäische Airbus sei ein »politisches« Flugzeug und daher von vornherein abzulehnen, lassen sich vor allem Stimmen aus den USA vernahmen.

Zahlentafel 3

Einige kennzeichnende Merkmale der US-amerikanischen Airbus-Bauvorhaben der ersten Baureihe und der europäischen Airbus-Projekte

| Flugzeugmuster | Anzahl d. Sitzplätze (-) | Rumpfinnen-durchm. (m) | Sitz-anord-nung (-) | Triebwerke, Anzahl, Baumuster und Schub (-) | Lage der Triebwerke (-) | Reisege-schwindigkeit (km/h) | Größtes Abflug-gewicht (kg) | Voraussichtl. Preis (DM) |
|--------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Lockheed L 1 011 | rd. 295 | rd. 5,95 | 8 Sitze je Reihe | 3 × Rolls Royce RB 211-22 je 17 300 kg*) | Beiderseits des Rumpfes bzw. darüber | rd. 945 in 10,1 km | rd. 160 000 | etwa 60 Mill. |
| Mc Donnell-Douglas DC 10-10 | rd. 298 | rd. 5,95 | 8 Sitze je Reihe | 3 × General Electric GE CF 6-6 je 18 150 kg | wie L 1 011 | rd. 965 in 10,7 km | rd. 186 000 | etwa 60 Mill. |
| Airbus A-300 | rd. 305 | rd. 6,0 | 9 Sitze je Reihe | 2 × Rolls Royce RB 207-11 je 26 100 kg | Unter und vor dem Flügel | rd. 920 in 7,5 km | rd. 140 000 | etwa 54 Mill. |
| Airbus A-300 B | rd. 260 | rd. 5,5 | 8 Sitze je Reihe | 2 × Rolls Royce RB 211-51 je 22 200 kg**) | wie A-300 | rd. 935 in 7,5 km | rd. 125 000 | etwa 46 Mill. |
| British Aircraft Corporation BAC 311 | rd. 215 | rd. 5,95 | 8 Sitze je Reihe | 2 × Rolls Royce RB 211-22 je 17 300 kg | Beiderseits des Rumpfes | rd. 940 in 7,5 km | rd. 122 000 | etwa 44 Mill. |

*) bzw. Pratt & Whitney JT 9 D je 20 400 kg Schub wie beim Muster DC 10-20.

**) Auch Einbau des Pratt & Whitney JT 9 D, wie bei Boeing B 747 und DC 10-20, sowie General Electric GE CF 6-6, wie für DC 10-20, möglich.

einem eigenen Airbus-Projekt *BAC 311* an die Öffentlichkeit getreten, an dem sie offensichtlich schon seit einiger Zeit gearbeitet hatte.

6.3 Das unabhängige britische Airbus-Projekt *BAC 311*

Angesichts der immer wieder hinausgezögerten Entscheidung über die Verwirklichung des europäischen Airbus-Projekts des Dreierkonsortiums wurde die Öffentlichkeit nicht allzu sehr überrascht, als die zum Vickers-Konzern gehörende Firma British Aircraft Corporation (BAC) bekanntgab, ein unabhängiges Airbus-Projekt *BAC 311* mit einer Kapazität von etwa 200–250 Sitzen schon seit einiger Zeit in Bearbeitung zu haben. Inwieweit der Entwurf dem europäischen Airbus-Projekt ähnelt, läßt sich aus der bereits erwähnten Zahlenübersicht ersehen (s. Zahlentafel 3).

Über die Zustimmung der BEA hinaus fand das Projekt *BAC 311* weitere Unterstützung durch die unabhängige britische Luftverkehrsgesellschaft Laker Airways, die eine Art Vorbescheid (Letter of Intent) für den Kauf von 4 Flugzeugen im Jahre 1974 gab. In der Begründung für ihre Kaufabsicht lehnte sie die Beschaffung des europäischen (und des US-amerikanischen) Airbus ausdrücklich ab, wobei gewisse Anklänge an das alte »Buy British, fly British« nicht zu überhören waren.

BAC, die wahrscheinlich finanzkräftigste britische Luftfahrzeugbaufirma, machte der Regierung ihres Landes das günstige und geschickte Angebot, einerseits selbst die Hälfte der Entwicklungskosten zu übernehmen und andererseits die Höhe des Regierungsanteils von Anfang an festzulegen. Würde die Regierung ein solches Angebot annehmen, so brauchte sie keinen höheren Entwicklungskostenzuschuß zu leisten, als wenn sie sich an dem europäischen Airbus-Vorhaben beteiligt haben würde²⁴).

Bei 50 Auftragszusagen bzw. Optionen will BAC mit der Konstruktion und den Bauvorbereitungen beginnen.

7. Die US-amerikanischen Airbus-Bauvorhaben

Die Airbus-Projekte sind in den USA erheblich später als in Europa in Angriff genommen worden. Den äußeren Anstoß zu ihrer Ausarbeitung gab eine Ausschreibung der American Airlines, einer der »Großen Vier« unter den amerikanischen Luftverkehrsgesellschaften, vom Jahre 1966. Die Gesellschaft wünschte sich ein Luftfahrzeug mit etwa 300 Fluggastsitzen für den transkontinentalen Dienst innerhalb der USA. Die daraufhin eingereichten Entwürfe von Lockheed und Mc Donnell-Douglas, die zwei Strahltriebwerke als Antrieb vorsahen, fanden nicht die Billigung anderer Luftverkehrsunternehmen. Diese wünschten den Einsatz auch auf Überwasserstrecken wie New York— bzw. Chicago—Miami—San Juan/Puerto Rico. Außerdem sollte das Flugzeug bei unsichtigem Wetter unbeschränkt einsatzfähig sein und sich nach Ausfall eines Triebwerks auf dem Luftweg zu einer Reparaturwerft überführen lassen. Beide Hersteller entschieden sich daraufhin für eine aus drei Strahltriebwerken bestehende Triebwerksanlage.

²⁴) Für das Projekt des Dreierkonsortiums hätte Großbritannien rd. 37,5 v. H. der auf DM 1,6 Milliarden geschätzten Entwicklungskosten zu zahlen gehabt, für das BAC-Projekt 50 v. H. der auf annähernd DM 1,1 Milliarden veranschlagten Kosten.

7.1 Das Muster Lockheed L 1 011

Lockheed sah für sein Grundmuster L 1 011, das um 300 Sitze faßt, die britische Rolls Royce-Turbine RB 211 vor, deren Schub im Lauf der weiteren Entwicklung noch beträchtlich gesteigert werden soll, ein Schritt, der auch das Interesse europäischer Unternehmen an den »gestreckten« Langstreckenabwandlungen wecken könnte. Weitere kennzeichnende Daten sind aus einer Zahlenübersicht (s. Zahlentafel 3) zu entnehmen.

Nachdem die Baufirma innerhalb kurzer Zeit umfangreiche Auftragszusagen noch im Reißbrettstadium, auf mehr als 150 Einheiten, erhalten hatte, liefen im Frühjahr 1968 Konstruktion und Bauvorbereitungen an. Der Erstflug der L 1 011 ist für Ende 1970, die Auslieferung der ersten Serienflugzeuge für Ende 1971 geplant. Bis zum Frühjahr 1969 lagen rd. 180 feste Auftragszusagen auf die L 1 011 vor.

7.2 Das Muster Mc Donnell-Douglas DC 10

In Aufbau, Unterteilung der Triebwerksanlage und Flugleistungen entspricht das gleichfalls rd. 300sitzige Muster Mc Donnell-Douglas DC 10 etwa den Daten seines Wettbewerbers (s. Zahlentafel 3). Allerdings sieht die Baufirma in erster Linie den Einbau von Triebwerken der US-amerikanischen Hersteller General Electric und Pratt & Whitney vor, die auch für den europäischen Airbus A-300 B in Betracht kommen können. Neben Auftragszusagen für das Grundmuster DC 10 liegen auch solche für die Langstreckenversion DC 10-20 vor, die mit den gleichen Triebwerken ausgerüstet wird wie die bis zu 490sitzige Boeing B 747. Erstflug- und Erstausslieferungstermine der DC 10-10 entsprechen etwa denjenigen der L 1 011.

Mc Donnell-Douglas hatte zum Zeitpunkt des Beginns der Konstruktionsarbeiten und der Bauvorbereitungen erst etwa 35 Auftragszusagen erhalten — sie haben sich inzwischen mehr als verdoppelt —, darunter auch solche für die Langstreckenausführung DC 10-20. Anscheinend beabsichtigen die künftigen US-amerikanischen Halter, diese Ausführung als Zwischenstufe zwischen der rd. 150sitzigen Boeing B 707 bzw. der Mc Donnell-Douglas DC 8 und der Boeing B 747 über dem Nordatlantik und dem Pazifik einzusetzen. Für einen solchen Einsatz hat sich die Canadian Pacific Airlines als erste nicht-US-amerikanische Gesellschaft ausgesprochen. Sie bestellte schon frühzeitig 10 Einheiten der Langstreckenausführung DC 10-20. Diesem Beispiel folgten die vier europäischen Gesellschaften KLM/Niederlande, UTA/Frankreich, SAS/Skandinavien und SWISSAIR/Schweiz und gaben eine gemeinsame Auftragszusage auf insgesamt 36 Einheiten der Langstreckenausführung DC 10-30. Über die Aufgliederung dieses Auftrags ist bisher nur bekannt, daß die SWISSAIR 6 Einheiten erhält²⁵⁾. Der Hersteller hat inzwischen weitere Langstreckenversionen mit Strahltriebwerken höheren Schubes und mit Höchstabfluggewichten um 220 000 kg angeboten. Nach seinen Angaben können mit diesen Flugzeugen Nutzlasten von rd. 42 000 kg über eine Entfernung von fast 6000 km Länge bzw. von rd. 13 500 kg über mehr als 9000 km Länge befördert werden. Der Auftragsbestand der Baufirma belief sich im Juni 1969 auf rd. 185 DC 10.

²⁵⁾ Die 4 europäischen Luftverkehrsgesellschaften sind in dem Flugmaterialpool KUSS zusammengeschlossen, benannt nach den Anfangsbuchstaben der 4 Gesellschaften.

7.3 Das Airbus-Projekt Boeing B 767

Soweit bekannt, hat auch die Firma *Boeing* schon seit einiger Zeit an einem Airbus-Projekt gearbeitet, das zunächst unter der Bezeichnung B 747—300 lief. Es entsprach in Größe, Fassungsvermögen und Flugleistungen annähernd den Auslegungsdaten seiner beiden Mitwettbewerber. Die Baufirma schien aber arbeitsmäßig und finanziell so ausgelastet zu sein, daß sie offenbar an keiner Beschleunigung ihrer Airbus-Arbeiten interessiert war.

Anfang 1969 berichtete die Fachpresse, *Boeing* wolle unter der Bezeichnung B 767 eine neue Abwandlung seines Airbus-Projekts mit nur etwa 200 Sitzplätzen und zwei Strahltriebwerken US-amerikanischer Herkunft herausbringen; sie sollte für den Einsatz auf Strecken von etwa 3500 km Länge (z. B. Los Angeles— bzw. San Francisco—Hawaii) geeignet sein. Die Möglichkeit, durch »Strecken« des Rumpfes bis zu 230 Reisende befördern zu können (B 767—200), sei vorgesehen. Konstruktion und Bauvorbereitungen könnten sofort anlaufen. Das erste Flugzeug würde im Jahre 1973 zur Flugerprobung bereitstehen.

Boeing hat sich offensichtlich erst zu einer Änderung in der Auslegung seines Projekts entschlossen, nachdem neben *Lockheed* auch *Mc Donnell-Douglas* den Bau eines 300 sitzigen Airbus aufgenommen hatte. *American Airlines*, die mit ihrer Ausschreibung von 1966 die Airbus-Entwicklung in den USA ausgelöst hatte, soll besonderes Interesse an dem Boeing-Projekt zeigen, da es ihren ursprünglichen Anforderungen am nächsten komme. — Es ist nicht unwahrscheinlich, daß die Lufthansa mit zu den künftigen Haltern des Modells B 767 gehören könnte. Das deutsche Unternehmen soll seinen Bedarf an Airbus-Flugzeugen für die Zeit um 1974 bis 1975 auf etwa 5 Einheiten und um 1980 auf etwa 20 Einheiten beziffert haben. — Zu irgendwelchen Auftragszusagen für die Boeing B 767 ist es bisher nicht gekommen.

8. Beurteilung der Airbus-Projekte und -Bauvorhaben

Auch nachdem die Situation für den Bau des europäischen Airbus geklärt ist, bleibt die Frage zu beantworten, ob ein solches Vorhaben aufgrund seiner Auslegungsmerkmale die Voraussetzungen dafür mitbringt, sich gegenüber den entsprechenden Bauvorhaben in den USA zu behaupten. In unmittelbarem Zusammenhang damit steht das Problem der betriebswirtschaftlichen Qualifikation der Projekte und Bauvorhaben.

8.1 Die Wettbewerbssituation

Aus einer Gegenüberstellung der europäischen Airbus-Projekte und der entsprechenden Bauvorhaben in den USA (s. a. Zahlentafel 3) geht bereits hervor, daß z. Z. Flugzeuge zweier verschiedener Luftfahrzeuggattungen diesseits und jenseits des Atlantiks in Entwicklung stehen. Der Unterschied kommt in der Anzahl ihrer Triebwerkeinheiten, in der Größenordnung ihrer Abfluggewichte, in den Sitzplatzkapazitäten und Nutzlastmengen sowie im Anteil ihrer Brennstoffmengen an der Zuladung zum Ausdruck, um nur die wesentlichen Merkmale zu nennen.

Die europäischen Projekte mit zwei Strahltriebwerken sind mit ihrem Fassungsvermögen von

200–250 Sitzplätzen und mit ihren Abfluggewichten, die z. Z. bei etwa 120 000 kg liegen, eindeutig für den Mittelstreckenverkehr ausgelegt. Daran ändert sich nichts, wenn die Sitzplatzkapazität später durch »Strecken« der Rumpfe um rd. 50 weitere Sitze gesteigert wird. Im internationalen Verkehr werden Luftfahrzeuge mit zwei Triebwerken nicht auf längeren Überseeverbindungen eingesetzt, eine Handhabung, an der sich auch in Zukunft kaum etwas ändern dürfte. — Beim Einsatz von Airbus-Flugzeugen im Europaverkehr wird sich das Sitzplatzangebot gegenüber dem heutigen Stand annähernd verdoppeln. Die Indienststellung der »gestreckten« Boeing B 727–200 mit 155 Sitzen, die die Air France seit dem Frühjahr 1969 im europäischen Linienverkehr z. B. zwischen Paris und London einsetzt, bedeutet nur eine Art Vorgriff auf den künftigen Airbus.

Bis zu seinem Erscheinen stände nur Langstreckenflugmaterial für einen Einsatz auf stark frequentierten europäischen Verbindungen zur Verfügung; es würde aber angesichts der verhältnismäßig kurzen Flugweiten zu unwirtschaftlich sein. — Der Anteil der Brennstoffmengen an der Gesamtzuladung beläuft sich bei den europäischen Airbus-Projekten auf nur wenig mehr als die Hälfte, ein weiteres eindeutiges Kennzeichen dafür, daß nur ein Einsatz auf mittleren Flugweiten vorgesehen ist.

Die beiden *US-amerikanischen* Airbus-Bauvorhaben mit ihrer dreifach unterteilten Triebwerksanlage und mit Abfluggewichten, die mit z. Z. rd. 150 000–180 000 kg wesentlich höher als diejenigen der europäischen Projekte liegen, deuten bereits auf deren Langstreckenverwendung hin²⁶⁾. Das gilt auch für ihre Grundmuster, für die ein Überwasser-einsatz verlangt wurde. — Die größere Sitzplatzkapazität, im Mittel um 300 Sitze, entspricht der höheren Nachfrage in den USA. Bekanntlich werden europäische Verkehrsströme aus dortiger Sicht gern als »Rinnsale« bezeichnet. —

Aus dem großen Auftragsbestand insbesondere an Flugzeugen des Musters *Lockheed L 1 011* läßt sich folgern, daß eine Reihe von *US-amerikanischen* Luftverkehrsgesellschaften mit der Erteilung von Verkehrsrechten auf der Verbindung mit Hawaii sowie im mittel- und südpazifischen Raum rechnet²⁷⁾. Es handelt sich um Verbindungen, auf denen bisher nur eine *USA-Gesellschaft* bzw. deren zwei zugelassen waren, und die in den letzten Jahren hohe Zuwachsraten zu verzeichnen hatten.

Des weiteren zeigt sich der Langstreckencharakter der *US-amerikanischen* Airbus-Bauvorhaben unverkennbar in dem hohen Anteil der Brennstoffmengen an der Gesamtzuladung. Er beträgt z. Z. etwa $\frac{3}{5}$ – $\frac{7}{10}$.

Im Gegensatz zu den Bauvorhaben von *Lockheed* und *Mc Donnell-Douglas* sieht das Airbus-Projekt von *Boeing B 767* in seiner ersten etwa 200 sitzigen Entwicklungsstufe nur zwei Strahltriebwerke als Antrieb vor. Das läßt erkennen, daß nur ein Einsatz über mittlere Flugweiten vorgesehen ist²⁸⁾.

Die Tatsache, daß sich ein Hersteller von der Bedeutung *Boeing*s mit einem 200 sitzigen

²⁶⁾ Die bisherige Übung, auf längeren Überseeverbindungen nur Flugzeuge mit 4 Triebwerken einzusetzen, wurde 1966 erstmals durchbrochen. Von dieser Zeit ab setzte die kanadische Chartergesellschaft *Wardair* das Muster *Boeing B 727–100* im Verkehr zwischen Nordamerika und Europa ein. Einsprüche vonseiten der Aufsichtsbehörden oder der Öffentlichkeit wegen unzureichender Sicherheit der Dienste sind nicht bekannt geworden.

²⁷⁾ Die von der Regierung *Johnson* noch kurz vor dem Ende ihrer Amtszeit erteilten Bewilligungen sind alsbald nach dem Amtsantritt des neuen Präsidenten wieder rückgängig gemacht worden. Das schon längere Zeit andauernde Ringen um die neuen Rechte wird also noch andauern.

²⁸⁾ Die »gestreckte« *B 767–200* soll etwa 250 Fluggastplätze fassen. Dagegen ist bei der Langstreckenversion *B 767–300* mit drei Strahltriebwerken, deren Flugweite mehr als 6500 km betragen soll, die Rumpflänge wieder verkürzt und die Sitzanzahl zugunsten der größeren Brennstoffmenge auf rd. 180 herabgesetzt.

Projekt befaßt, läßt darauf schließen, daß einerseits eine Lücke in der Entwicklungsreihe der Sitzplatzkapazitäten von Mittelstreckenflugzeugen vorhanden sein muß, und daß andererseits ein größerer Bedarf an derartigen Flugzeugen zu erwarten ist. Insofern ist das B 767–100-Projekt eine unmittelbare Konkurrenz zu dem europäischen Airbus A–300 B der letzten Konzeption.

8.2 Die Höhe der Betriebskosten der europäischen Airbus-Projekte und der US-amerikanischen Airbus-Bauvorhaben

Es fällt auf, wie großen Wert die verschiedenen Luftfahrzeughersteller von Anfang an auf die Darlegung der rechnerischen Betriebskostenwerte ihrer Airbus-Projekte gelegt haben, ein Beweis dafür, wie sehr sich die Gedankengänge der Luftfahrzeugindustrie heute auf die betriebswirtschaftlichen Interessen der Halter eingestellt haben. Vergleiche zwischen den direkten Betriebskosten der Projekte und Vorhaben diesseits bzw. jenseits des Atlantiks liegen daher nahe.

Die einzelnen Hersteller haben die spezifischen direkten Betriebskosten ihrer Projekte und Bauvorhaben den entsprechenden Kosten von Flugzeugmustern ähnlicher Aufgabenstellung, die bereits eingesetzt sind, gegenübergestellt, um den betriebswirtschaftlichen Fortschritt aufzuzeigen. So hat das europäische Dreierkonsortium im Jahre 1967 sein Projekt A–300 (mit 298 Sitzen) dem Grundmuster Boeing B 727–100 (mit 119 Sitzen) und der »gestreckten« Abwandlung B 727–200 (mit 160 Sitzen) verglichen (s. Abb. 6).

Denselben Vergleich hat Lockheed für sein Projekt L 1 011 (mit 268 Sitzen) mit der »gestreckten« Langstreckenversion Mc Donnell-Douglas DC 8–61 und den beiden Boeing-Mustern – der »gestreckten« B 727–200 (mit 128 Sitzen) und dem Langstreckenmuster B 707–320 B (mit 146 Sitzen) – angestellt (s. Abb. 7).

Wenn auch die beiden Darstellungen aus den früher erwähnten Gründen nicht unmittelbar miteinander verglichen werden können, so zeigen sie aber doch in jedem Fall, daß die spezifischen Betriebskosten ihrer Airbus-Projekte niedriger als diejenigen der verglichenen Wettbewerber liegen. Der Wert solcher Gegenüberstellungen liegt indessen weniger auf der quantitativen als vielmehr auf der qualitativen Seite.

Auch die britische BAC hat einen Vergleich zwischen ihrem Projekt BAC 311 und der »gestreckten« Boeing 727–200 sowie dem gleichfalls »gestreckten« Airbus Mc Donnell-Douglas DC 10–30 mit folgendem Ergebnis durchgeführt:

| Luftfahrzeug | Anzahl der zugrundegelegten Sitze | Spezif. direkte Betriebskosten (DM je Sitz-km *) |
|-----------------------------|-----------------------------------|--|
| Projekt BAC 311 | rd. 240 | 0,03s |
| Boeing B 727–200 | rd. 160 | 0,03a |
| Mc Donnell-Douglas DC 10–30 | rd. 330 | 0,03s |

*) Berechnet nach der ATA-Methode für eine Flugweite von 800 km Länge.

Wenn auch Angaben über den Kostenverlauf über einen größeren Flugweitenbereich erwünscht gewesen wären, so kann aber aufgrund der anderen bildlichen Darstellungen geschlossen werden, daß das Projekt BAC 311 vom betriebswirtschaftlichen Standpunkt

aus eine Verbesserung gegenüber heutigen vergleichbaren Luftfahrzeugmustern bedeutet. — In diesem Zusammenhang mag der Hinweis von Interesse sein, daß sich spezifische Betriebskosten des ursprünglichen A—300-Projekts bei der gleichen Flugweite von 800 km Länge in Höhe von DM 0,025 je Sitz-km errechnen ließen, wie aus einer Broschüre des Dreierkonsortiums vom Jahre 1967 hervorgeht. Ein unmittelbarer Vergleich der beiderseitigen Daten ist aber auch hier nicht möglich, obwohl in beiden Fällen nach der ATA-Methode gerechnet wurde.

8.3 Abschließende Beurteilung

Wie eine vergleichende Gegenüberstellung der Airbus-Projekte in Europa und in den USA erkennen läßt (s. Zahlentafel 3), bedrohen die beiden Bauvorhaben der US-amerikanischen Herstellerwerke Lockheed und Mc Donnell-Douglas die Marktaussichten des europäischen Airbus-Vorhabens kaum. Das besagt indessen nicht, daß europäische Luftfahrtunternehmen in Zukunft keine Einsatzmöglichkeiten für Einheiten der US-amerikanischen Luftfahrzeuggattung haben werden.

Wie in den USA, so wird es auch in Europa manche Luftverkehrsgesellschaft geben, der ein Sprung von der Boeing B 707 mit ihren rd. 150 Fluggastsitzen und einem Grundpreis von etwa DM 25 Millionen zum Muster Boeing B 747 mit seinem Fassungsvermögen von bis zu 490 Sitzen und einem Grundpreis von annähernd DM 80 Millionen zu groß erscheinen wird, sei es von der Größe des Angebots her gesehen, sei es angesichts der Größenordnung des finanziellen Aufwandes. Die beiden Airbus-Muster L 1 011 und DC 10 könnten die vorhandene Spanne in Angebot und Preis verkleinern helfen.

Es kann nicht bezweifelt werden, daß nur ein einziges der beiden Airbus-Projekte, die z. Z. in Europa verfolgt werden, lebensfähig ist. Inzwischen ist noch vor dem Beschluß zum Bau der A—300 B die Basis für eine Verwirklichung des Vorhabens durch die Beteiligung der niederländischen Baufirma Fokker verbreitert worden. Auch die britische Firma Hawker Siddeley hat sich kürzlich bereit erklärt, sich weiterhin — als Unterauftragnehmer — an der Entwicklung des europäischen Airbus zu beteiligen. Trotzdem ist Eile geboten, wenn nicht bei einer Realisierung des Boeing-Projekts B 767 die Marktaussichten des europäischen Vorhabens empfindlich beeinträchtigt werden sollen.

9. Das z. Z. größte Luftfahrzeug für den transatlantischen Personenverkehr Boeing B 747

Über Einzelheiten der bis zu 490 sitzigen *Boeing B 747*, des z. Z. größten Luftfahrzeugs für den transatlantischen Personenverkehr, wurde an dieser Stelle bereits vor einiger Zeit berichtet (vgl. Fußnote 6). Anfang 1969 hat das erste Muster die Flugerprobung aufgenommen, in die einige der inzwischen fertiggestellten Einheiten eingegriffen haben. Auf diese Weise hofft das Herstellerwerk, das Lufttüchtigkeitszeugnis der US-amerikanischen Zulassungsbehörde bei glattem Erprobungsverlauf noch vor Ende 1969 zu erhalten. Mit der Auslieferung der ersten Serienflugzeuge könnte anschließend begonnen werden. Unter diesen Voraussetzungen wäre im Frühjahr 1970 mit dem Ersteinsatz der B 747 über dem Nordatlantik zu rechnen.

Nach Angaben der Baufirma hat sich der Auftragsbestand bis Ende des ersten Vierteljahrs 1969 auf mehr als 190 Einheiten belaufen. Daran sind allein 8 US-amerikanische

Unternehmen des Linienverkehrs mit rd. 60 Einheiten beteiligt, d. h. mit z. Z. beinahe einem Drittel des gesamten Auftragsbestandes. Inzwischen dürften Aufträge auf insgesamt mehr als 200 Einheiten erteilt sein. So erhöhte u. a. auch die Lufthansa ihren Auftrag von bisher 3 auf insgesamt 5 Einheiten. Bei einem Grundpreis von etwa 80 Millionen (ohne Ersatzteile) repräsentiert das derzeitige Gesamtauftragsvolumen B 747 einen Wert von mehr als DM 16 Milliarden.

Über die Höhe der direkten Betriebskosten der B 747 liegen verhältnismäßig wenige brauchbare Angaben vor. Nach den ersten Mitteilungen sollten die spezifischen direkten Betriebskosten um etwa 30 v. H. niedriger liegen als diejenigen des Musters B 707 (s. z. B. Abb. 4). Aller Wahrscheinlichkeit nach sind diese Werte unter der Annahme errechnet worden, daß 490 Sitze im Nordatlantikverkehr angeboten werden²⁹⁾. Demgegenüber war schon seit einiger Zeit bekannt, daß die ersten Einheiten, die für Auftragnehmer dieses und jenseits des Atlantiks bestimmt sind, mit nur 350–360 Sitzen ausgerüstet werden. Das würde bedeuten, daß die direkten Betriebskosten eines Flugzeugs dieser Sitzplatzkapazität keinesfalls unter denjenigen der »gestreckten« DC 8–61 liegen dürften. Unter diesen Umständen wird auch der Beschluß der letzten IATA-Verkehrskonferenz in Cannes vom Herbst 1968 verständlich, demzufolge die derzeitigen Nordatlantiktarife auch nach dem Einsatz der B 747 vorerst beibehalten werden³⁰⁾.

10. Zusammenfassung

Vor genau einem halben Jahrhundert wurde das erste, nur für zivile Zwecke geeignete Verkehrsflugzeug in Ganzmetallbauweise, die deutsche Junkers F 13, geschaffen. Seit dieser Zeit hat sich im Bereich der Luftfahrzeuggestaltung, soweit sie die Entwicklungsrichtungen der neuzeitlichen Luftverkehrswirtschaft entscheidend mitbestimmt, ein grundlegender Wandel vollzogen.

Die Transportleistung oder stündliche Produktivität des Luftfahrzeugs als Beförderungsmittel hat sich seit der Zeit unmittelbar vor dem Kriege bis heute annähernd ver Hundertfacht. Damals standen die beiden Standardflugzeuge des Personenluftverkehrs, die 3 motorige Junkers Ju 52 und die 2 motorige Douglas DC 3, miteinander im Wettbewerb. Ihre Dauergeschwindigkeit belief sich auf etwa 230 bzw. 265 km/h, und ihre Nutzlast betrug etwa 2200 bzw. 2700 kg. Inzwischen haben sich die Dauergeschwindigkeiten nach Ablösung des Kolbenmotors durch die Strahltriebwerke im Unterschallbereich annähernd vervierfacht, und die größten Nutzlasten im Personenverkehr sind auf z. T. mehr als das 30fache angewachsen.

Diese Entwicklung wirkte sich in einer drastischen Senkung der direkten Betriebskosten der Luftfahrzeuge aus, bezogen auf die Einheit der Transportarbeit in Tonnen- bzw.

²⁹⁾ Die irische Luftverkehrsgesellschaft Aerlíne Eireann, die ebenfalls zu den Auftraggebern der B 747 gehört, hat darauf hingewiesen, daß bei einem Nordatlantikeinsatz höchstens 420 Sitze eingebaut werden können, wenn noch genügend Raum für Nebengelaß wie Toiletten, Garderobenräume, Küche usw. verbleiben soll.

³⁰⁾ Zu bedenken ist auch, daß die Kosten für die betriebliche und verkehrliche Abfertigung — sie gehören zu den indirekten Betriebskosten — für so große Einheiten wie die B 747 beträchtlich höher sein werden als diejenigen der bisher größten Einheiten. Es sei nur an die große Anzahl von Versorgungsfahrzeugen und des Bedienungspersonals erinnert, die notwendig sind, wenn die erstrebten Wendezeiten von mindestens einer Stunde eingehalten werden sollen. Schätzungen beziffern den Aufwand für die Beschaffung der notwendigen Fahrzeuge zur Abfertigung einer B 747 auf annähernd DM 500 000,—.

Sitz-km. Die Erkenntnis, daß ein Zusammenhang zwischen den Flugleistungen und der betriebswirtschaftlichen Qualität von Verkehrsflugzeugen besteht, stammte zwar noch aus der Zeit unmittelbar vor dem Kriege; sie wurde aber erst nach dem Kriege systematisch auf die Luftfahrzeuggestaltung angewendet.

Im Laufe der weiteren Entwicklung, die auf diesen Erkenntnissen beruhte, wurde das Fassungsvermögen an Sitzplätzen bei Flugzeugen des Personenverkehrs systematisch immer mehr vergrößert. Das geschah zunächst bei Flugzeugen, die bereits im Dienst standen, lediglich durch Einbau zusätzlicher Sitze, allerdings auf Kosten der Reisebequemlichkeit. Bei Abwandlungen bzw. Weiterentwicklungen solcher Flugzeuge wurden die Rümpfe »gestreckt«, um Raum für den Einbau weiterer Sitze zu schaffen. Neuentwicklungen wurden von vornherein auf größere Sitzplatzkapazitäten ausgelegt. Bei allen neuzeitlichen im Einsatz und in der Entwicklung befindlichen Mustern ist die Möglichkeit künftigen »Streckens« vorgesehen. Für die Verfahren zur Vermehrung der Sitzplatzkapazität werden Beispiele gebracht und die auf diesem Wege gesenkten direkten Betriebskosten beziffert.

Um das Zustandekommen der Betriebskostenwerte zu erläutern, werden die Methoden zur Berechnung der direkten Betriebskosten in ihren Grundzügen kurz dargestellt. Anhand eines dieser Berechnungsverfahren wurde eine Reihe von Beispielen für die Höhe der spezifischen Betriebskosten neuzeitlicher Flugzeuge der drei Einsatzweitenbereiche, des Kurz-, des Mittel- und des Langstreckenverkehrs, berechnet. Auf diese Weise ergibt sich eine Art Betriebskostenniveau für jede der drei Luftfahrzeuggattungen.

Als jüngstes Glied in der Entwicklungsreihe nach immer größeren Sitzplatzkapazitäten hin sind in Europa und in den USA seit einigen Jahren die sogenannten Airbus-Projekte und -Bauvorhaben angelaufen. Es handelt sich bei ersteren um Flugzeuge für den Mittelstreckenverkehr, die in erster Linie auf das betriebswirtschaftliche Ziel hin ausgelegt sind, durch eine vergrößerte Sitzplatzkapazität die spezifischen Betriebskosten noch weiter zu senken. Auf die europäischen Projekte und die Bauvorhaben, die in den USA bereits angelaufen sind, wird ausführlicher eingegangen. Die Ergebnisse von Berechnungen der spezifischen direkten Betriebskosten seitens der beteiligten Baufirmen werden in Schaubildern dargestellt und die Kostenminderungen gegenüber entsprechenden neuzeitlichen Flugzeugen angegeben.

Der z. Z. letzte Schritt auf dem Wege zu weiterer Vergrößerung des Sitzplatzvermögens bei Flugzeugen für den Personenverkehr ist mit der bis zu 490 Sitze fassenden Boeing B 747 getan. Da dieses Flugzeug bereits früher behandelt wurde, wird nur kurz auf Betriebskosten, derzeitigen Auftragsbestand und bevorstehenden Verkehrseinsatz eingegangen.

Eine Grenze für weitere Bemühungen, die spezifischen direkten Betriebskosten durch Erhöhung der Sitzplatzkapazität zu reduzieren, scheint sich vorerst noch nicht abzuzeichnen. Es hat aber den Anschein, als ob sich bei weiteren Steigerungen des Sitzplatzfassungsvermögens die spezifischen direkten Betriebskosten nicht mehr im gleichen Ausmaß herabsetzen lassen werden, wie das im Lauf der bisherigen Entwicklung der Fall war. Hinzu kommt, daß sich bei den z. Z. größten Einheiten u. a. auch die indirekten Betriebskosten, z. B. für die verkehrliche und betriebliche Abfertigung auf den Flughäfen, beträchtlich erhöhen werden. Unter diesem Aspekt wäre es denkbar, daß sich das Zeitmaß weiterer Kapazitätssteigerungen trotz einiger sich bereits in Umrissen abzeichnender, noch größerer Vorhaben als bisher in Zukunft etwas verlangsamen dürfte.

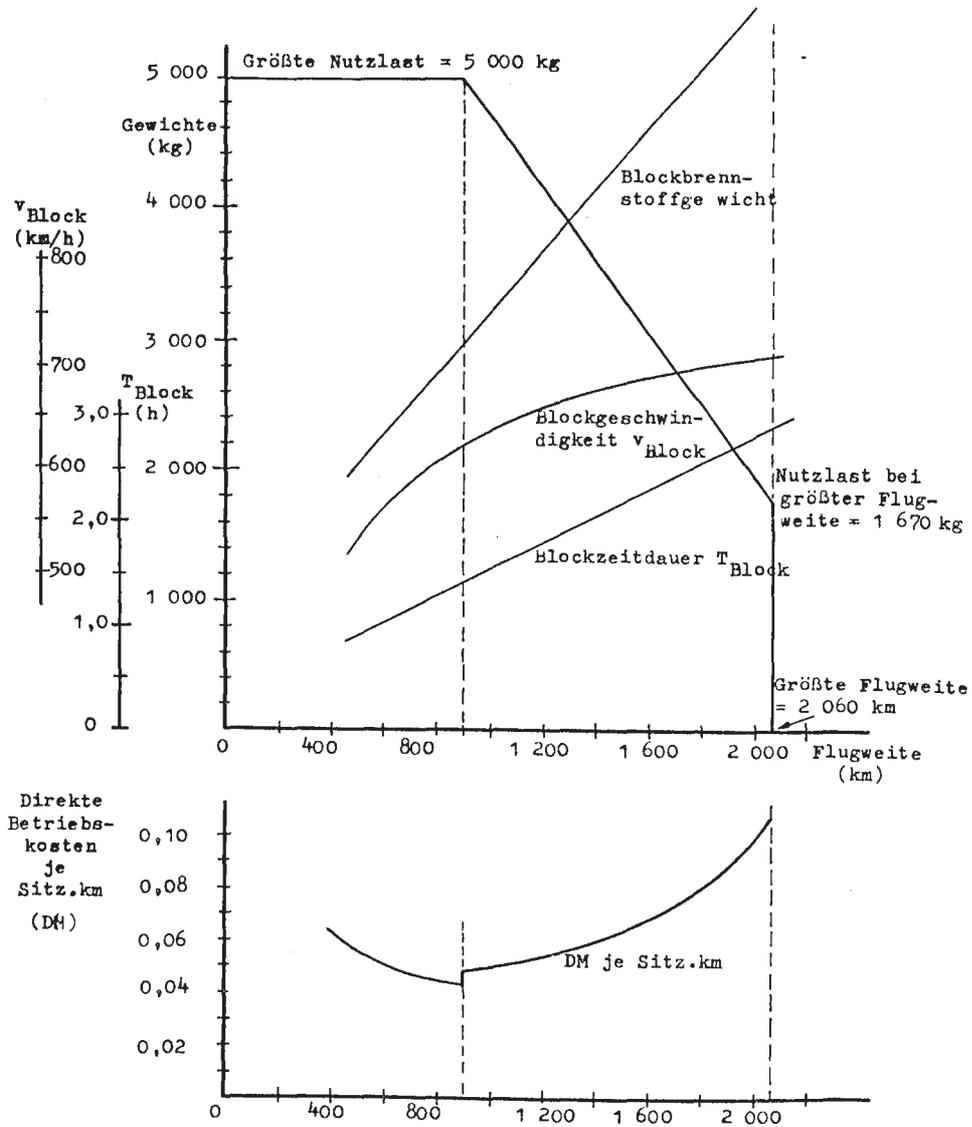


Abbildung 1:

Betriebswerte wie Nutzlast- und Blockbrennstoffgewichte sowie Blockzeitdauer und Blockgeschwindigkeit und direkte Betriebskosten je Sitz.km des Kurzstreckenflugzeugmusters Fokker F 28 »Fellowship« in Abhängigkeit von der Flugweite

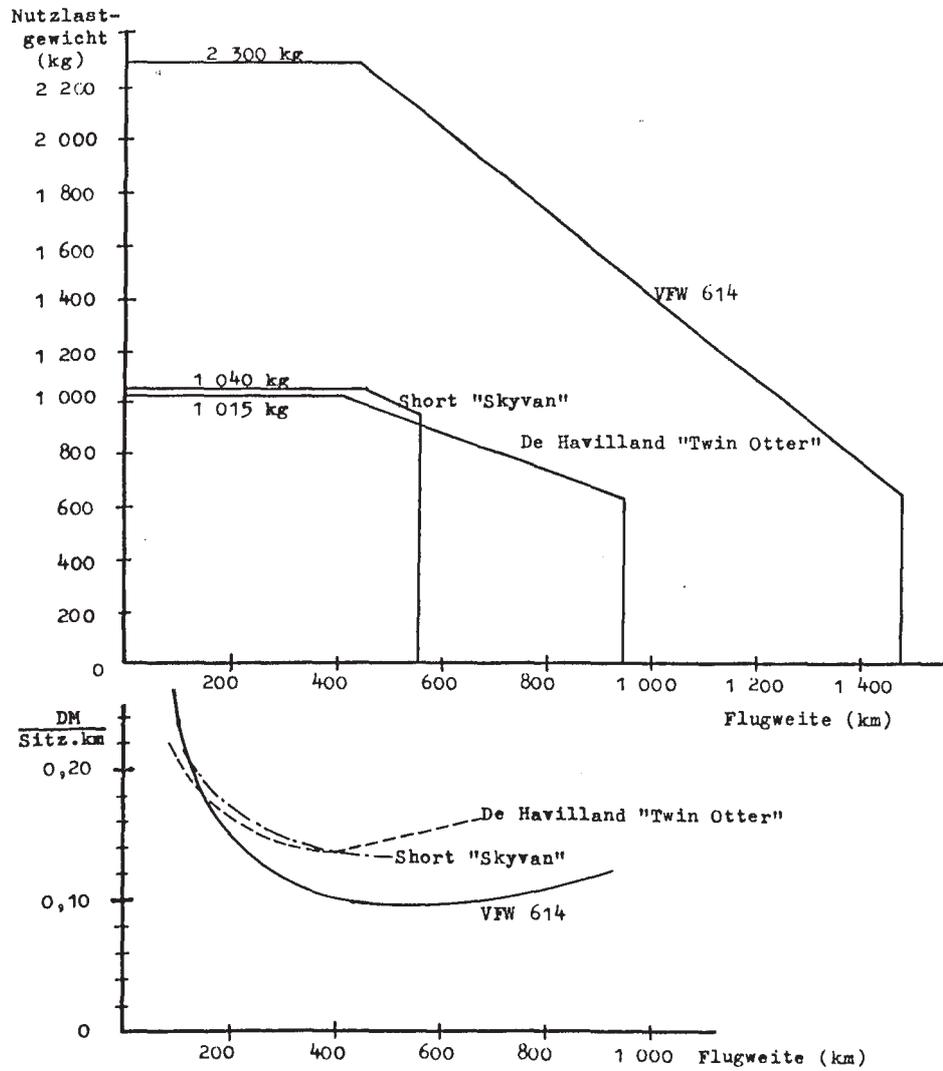


Abbildung 2:

Nutzlastgewichte und direkte Betriebskosten je Sitz.km von 3 Kurzstreckenflugzeugmustern in Abhängigkeit von der Flugweite

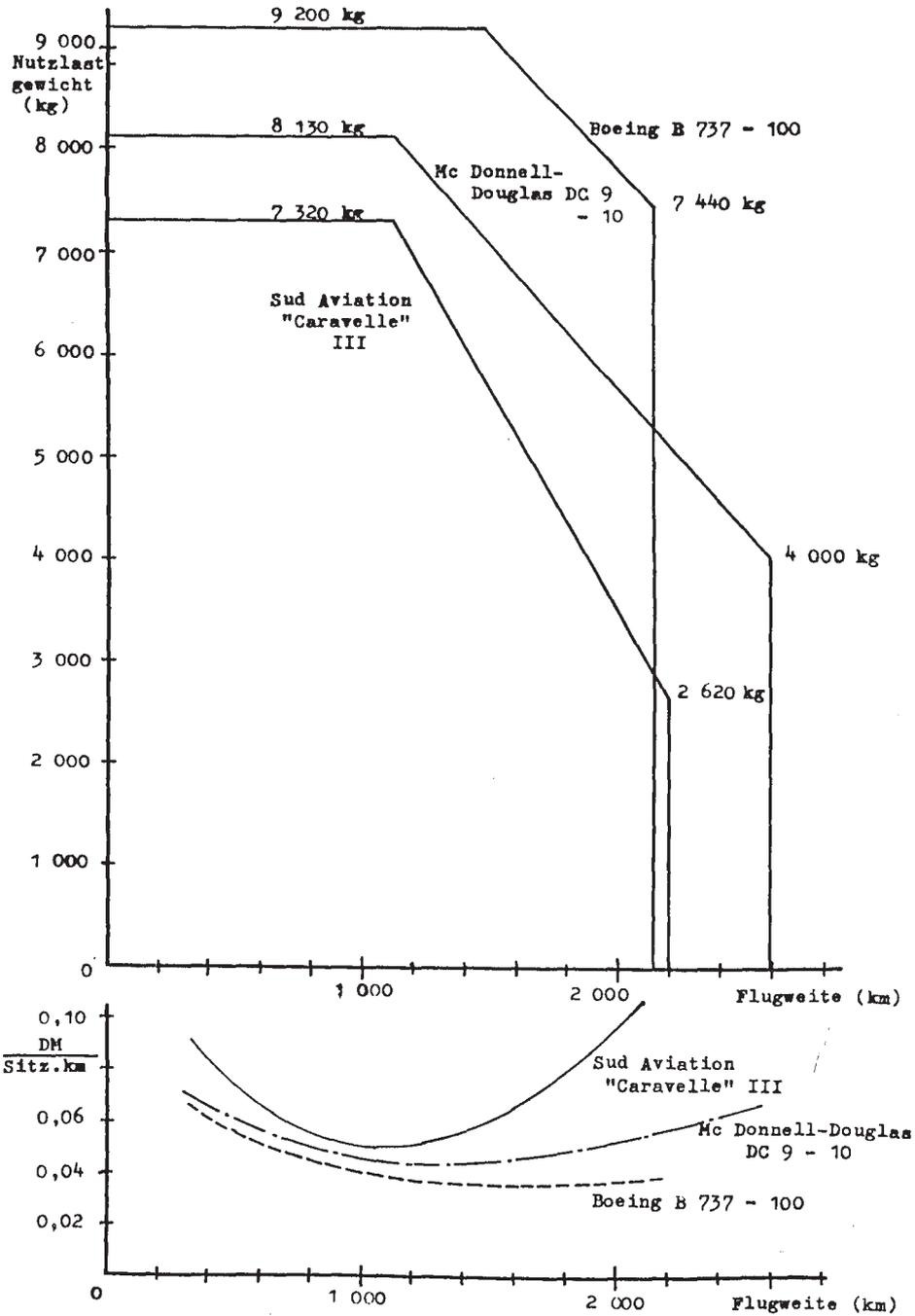


Abbildung 3a:

Nutzlastgewichte und direkte Betriebskosten je Sitz.km von 3 Mittelstreckenflugzeugmustern in Abhängigkeit von der Flugweite

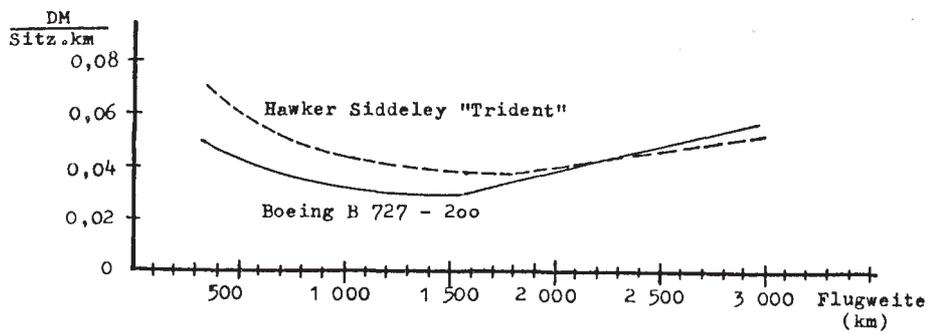
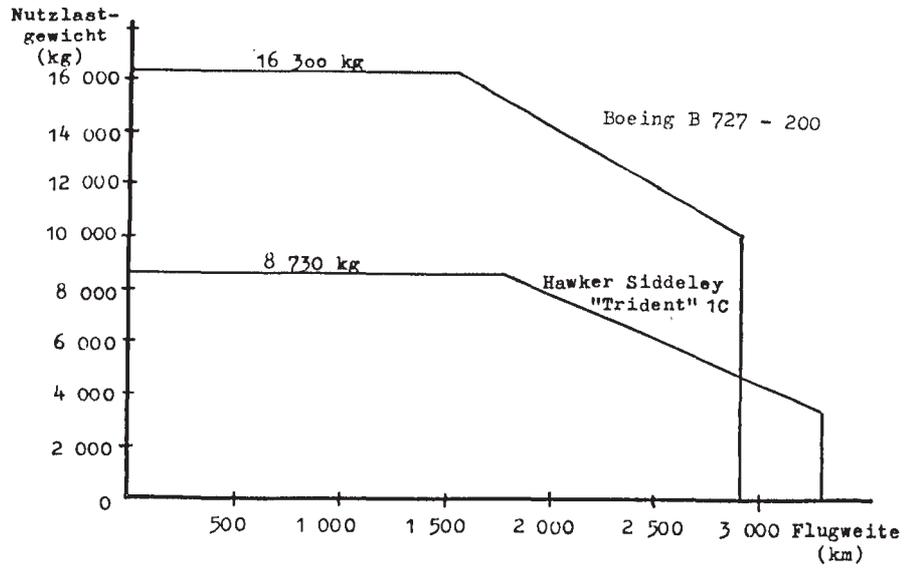


Abbildung 3b:

Nutzlastgewichte und direkte Betriebskosten je Sitz.km von zwei Mittelstreckenflugzeugmustern in Abhängigkeit von der Flugweite

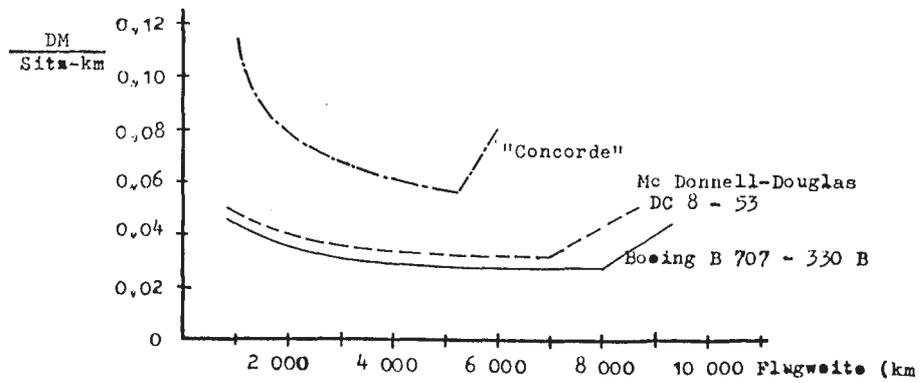
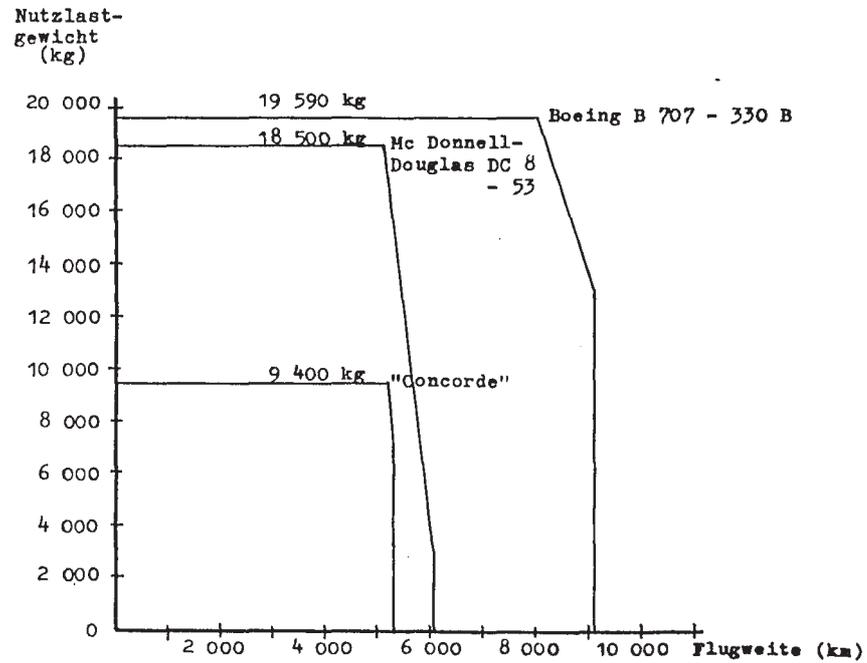


Abbildung 4:

Nutzlastgewichte und direkte Betriebskosten je Sitz.km von zwei Langstreckenflugzeugmustern Boeing B 707-330 B und Mc Donnell-Douglas DC 8-53 sowie des Überschallflugzeugs BAC-Sud Aviation »Concorde« in Abhängigkeit von der Flugweite

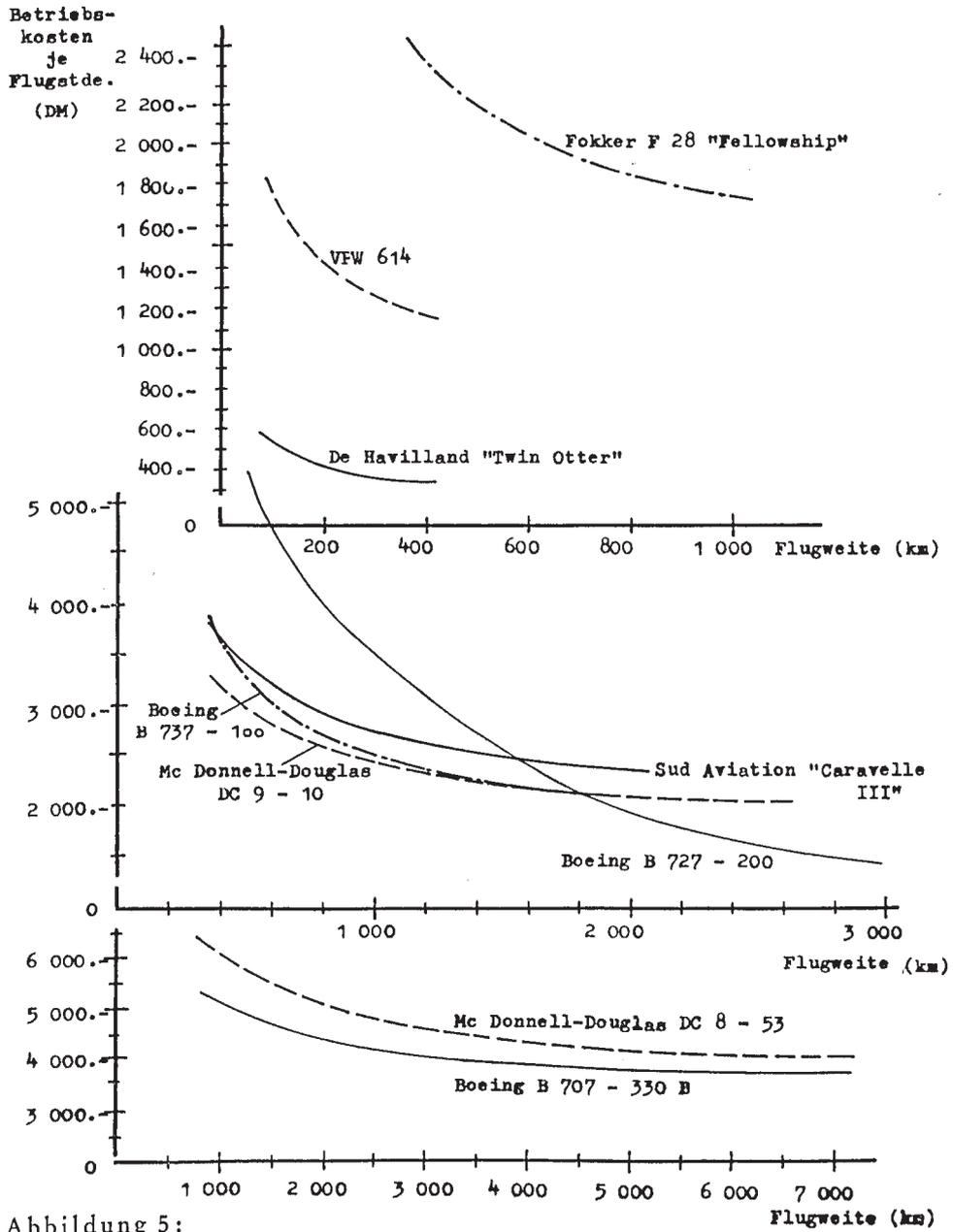


Abbildung 5:

Direkte Betriebskosten je Flugstunde von Flugzeugmustern
des Kurz-, Mittel- und Langstreckenverkehrs

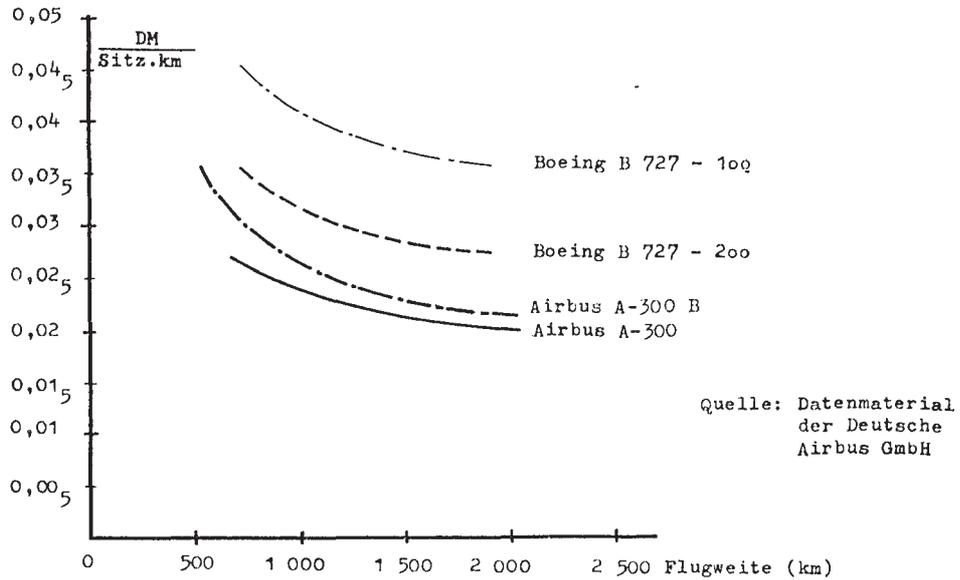


Abbildung 6:

Direkte Betriebskosten je Sitz.km des europäischen Airbus-Projekts A-300 und zweier Boeing-Mittelstreckenmuster B 727-100 und -200

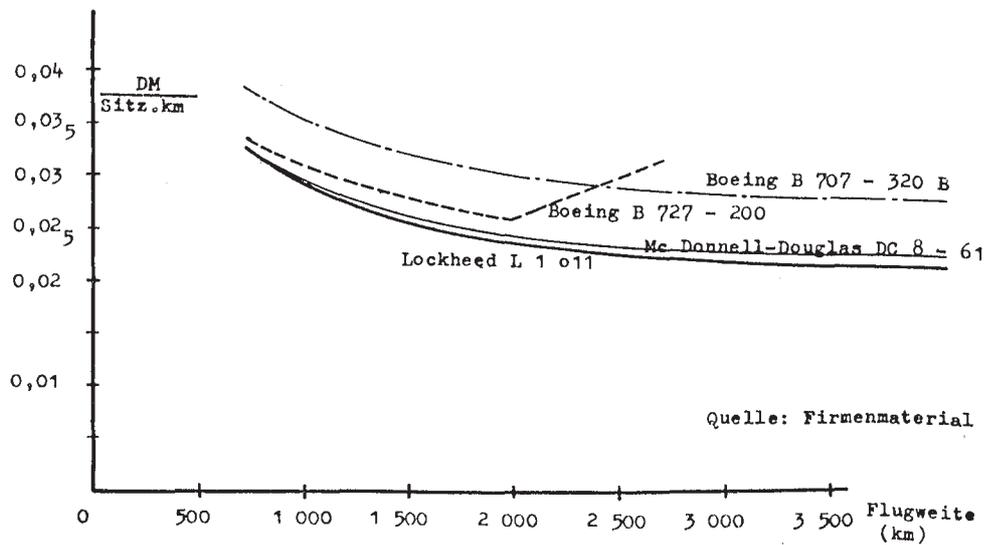


Abbildung 7:

Direkte Betriebskosten je Sitz.km des Airbus Lockheed L 1011, der beiden Langstreckenmuster Boeing B 707-320 B und Mc Donnell-Douglas DC 8-61 sowie des Mittelstreckenmusters Boeing B 727-200