

Die Flugleistungen der Comet 1 und 1A

Wegen rigider Geheimhaltung aller am Bau der Comet Beteiligten sind nur wenige verlässliche Daten bekannt geworden. Noch verworrenere sieht es bei den Prototypen aus. Dennoch lassen sich aus den wenigen bekannten Daten einige charakteristische Flugleistungen und Kennwerte zusammenstellen.

So lassen sich aus dem unten stehenden Schub-Widerstandsdiagramm für die angegebenen Werte des Reisefluges c_A , c_W und die Gleitzahl ermitteln. Das Diagramm besitzt aber nur für ein mittleres Fluggewicht sowie für die angegebenen Flughöhen zwischen 32.000 und

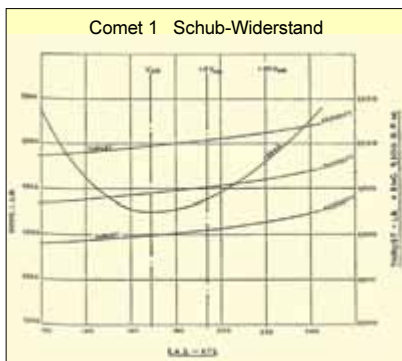
Eine 1,2 km unter ihrer optimalen Reishöhe fliegende Comet hat in 5 Flugstunden einen Mehrverbrauch an Kraftstoff von 1.000 kg. Das kommt dem Ausfall von zehn Fluggästen gleich. (Letzter RCAF-Start der VC 5302 am 24.9.1963)

40.000 Fuß Gültigkeit. Das Diagramm zeigt den geringsten Widerstand bei einer Geschwindigkeit von 168 Knoten in 37.000 Fuß, das entspricht etwa 600 km/h über Grund. Die beste Reichweite ergibt sich jedoch bei 1,16-facher v_{MD} (Geschwindigkeit bei minimalem Widerstand). Das wären etwa 680 km/h. Daraus folgt ein c_W -Wert von 0,00618 und ein c_A -Wert von 0,1239, was eine Gleitzahl von 20 ergibt, was einen sehr guten Wert darstellt und dem der Caravelle entspricht (die „152“ erreichte nur eine Gleitzahl von 15, allerdings bei wesentlich höherer Reisegeschwindigkeit). Interessant sind natürlich auch die ab-

soluten Werte des Diagramms. Einmal der minimale Widerstand, der bei 4.300 lb (1.995 kp) liegt, sowie die Schwebleistungen, die an den beiden Schnittpunkten von Thrust (Schub) und Drag (Widerstand) liegen, also in 36.000 Fuß (11 km) bei 4.400 lb und 4.550 lb. Aus diesen beiden Punkten ergeben sich zu-

nur bis 5,5 km erzielt. Nach 20 Minuten hatte die Comet 1 eine Höhe von 8,2 km erreicht, was 410 m/min bzw. 6,8 m/s sind. Die maximale Steigrate in Bodennähe und mittlerem Fluggewicht dürfte bei etwa 14 m/s gelegen haben. Viel wichtiger als die absoluten Spitzenwerte sind jedoch die im Service er-

Foto: Royal Canadian Air Force



40.000 Fuß Gültigkeit. Das Diagramm zeigt den geringsten Widerstand bei einer Geschwindigkeit von 168 Knoten in 37.000 Fuß, das entspricht etwa 600 km/h über Grund. Die beste Reichweite ergibt sich jedoch bei 1,16-facher v_{MD} (Geschwindigkeit bei minimalem Widerstand). Das wären etwa 680 km/h. Daraus folgt ein c_W -Wert von 0,00618 und ein c_A -Wert von 0,1239, was eine Gleitzahl von 20 ergibt, was einen sehr guten Wert darstellt und dem der Caravelle entspricht (die „152“ erreichte nur eine Gleitzahl von 15, allerdings bei wesentlich höherer Reisegeschwindigkeit). Interessant sind natürlich auch die ab-

Grafik: Im stationären Flug muß der Schub genauso groß sein wie der Widerstand. Die Schubangaben auf der Abszisse sind nicht für ein Triebwerk, sondern für alle vier. Denn der Schub nimmt mit der Luftdichte und damit der Höhe ab, zugleich aber mit der Geschwindigkeit zu. Es ergibt sich für 11 km Höhe und eine Geschwindigkeit von 800 km/h der Faktor 0,325, womit der Bodenschub zu multiplizieren ist.

gleich die minimale und die maximale Geschwindigkeit in 11 km, das sind 150 kt und 206 kt (ca. 500 und 725 km/h).

Die Höchstgeschwindigkeit der frühen Comet soll 812 km/h betragen haben, wahrscheinlich in knapp 7 km Höhe. Die maximale Reisegeschwindigkeit lag bei 780 km/h, die maximale Machzahl bei 0,75. Die Steigzeit auf Anfangsreishöhe (9.750 m) betrug 35 Minuten. Das ergibt eine mittlere Steigrate von 4,6 m/s bzw. 280 m/min, was nicht gerade berauschend klingt. Bedacht muß da aber werden, daß das Flugzeug bis in fast 10 km Höhe klettern muß, während die DC-6 die gleiche Steigleistung

zielbaren Leistungen. Ausgedrückt werden diese in der Blockzeit, der Blockgeschwindigkeit und in den direkten Betriebskosten. Dabei ist die Blockzeit diejenige Zeit, die vom Einstieg des ersten Passagiers vor dem Start bis zum Ausstieg des letzten Passagiers nach der Landung vergeht (respektive Blockgeschwindigkeit beträgt nach Werksangaben für die erste Cometserie 665 km/h auf einer 1.852 km (1.000 Meilen) langen Strecke in INA-Atmosphäre und ohne Gegenwind. Die Boeing B 707-120 erzielt auf der gleichen Distanz 683 km/h, die kolbengetriebene DC-6B 425 km/h.

Foto: The Aeroplane



Eine Comet 1 schwebt über dem Victoria-See während der Streckenerprobung zum neuen Flughafen Entebbe ein.

Die Betriebsleergewichte der Comet 1 und 1A sind errechnet. Für die Comet 3A und 3B gelten Kraftstoff und Reichweite als Maximalwerte.

Typ	Betriebsleergewicht	min. Nutzlast max. Nutzlast	min. Kraftstoff max. Kraftstoff	maximales Startgewicht	max. Reichweite ökon. Reichweite
Comet 1 (bis ALYS)	24.034 kg	3.200 kg 5.520 kg	20.500 kg 18.580 kg	48.534 kg	2.800 km 2.400 km
Comet 1+ (bis ALYZ)	24.100 kg	4.083 kg 5.668 kg	21.712 kg 20.127 kg	49.895 kg	3.050 km 2.800 km
Comet 1A	24.249 kg	2.800 kg 5.352 kg	25.115 kg 22.563 kg	52.164 kg	3.800 km 3.250 km
Comet 2	25.428 kg	3.600 kg 6.735 kg	25.402 kg 22.267 kg	54.430 kg	4.200 km 3.450 km
Comet 3A Comet 3B	29.900 kg 30.060 kg	5.600 kg 7.580 kg	5.600 kg 30.400 kg	65.700 kg 68.040 kg	4.200 km 4.800 km

Noch aussagekräftiger ist der Vergleich der direkten Betriebskosten auf einer bestimmten Streckenlänge. Aus der Leistungstabelle zwei Seiten zuvor kann man die direkten Betriebskosten für die ökonomische Reichweite, die maximale Reichweite und eine Vergleichsreichweite ablesen (Diese Angaben sind aus Ermangelung der wirklichen Zahlen aus der aerodynamisch fast gleichen Comet 4 abgeleitet). Vergleicht man die direkten Betriebskosten für die 2.000-km-Distanz mit denen der DC-6B und

baren Strecke von 2.000 km 99 Pfennige pro Tonnenkilometer (der Passagierkilometer ist etwa 2,5 mal so teuer). Die ewig junge DC-6B kommt hier auf 33 Pfennige, die B 707-120 auf 34 Pfennige. Die Comet 1 ist also dreimal so teuer wie die andern beiden Muster.

Bei der Comet-Entwicklung kam es in erster Linie auf die Erzielung einer ausreichenden Reichweite an, um die Vorteile der überlegenen Geschwindigkeit auch ausfliegen zu können. Die veralteten ICAO-Vorgaben für Ausweichflug

Die drei unten stehenden Grafiken geben Auskunft über die Verringerung der Reichweite bei Abweichungen von der INA-Normalatmosphäre bezüglich der Temperatur sowie bei Abweichung von der angenommenen Windstille. Das dritte Diagramm nimmt beide Abweichungen zusammen mit dem interessanten Ergebnis, daß die Temperatur zwar auf die Startstrecke erheblichen Einfluß hat, jedoch kaum auf die Reichweite. Anders der Gegenwind. Dieser wirkt sich direkt auf die Reichweite aus. Alle drei Diagramme beziehen ihre Daten auf die feste Distanz von 1.000 nautischen Meilen (1.852 km).

Blockreichweite:

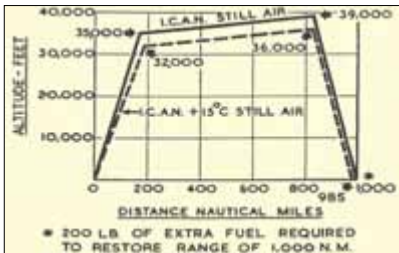
Die in obiger Tabelle angegebenen Reichweiten sind praktische Reichweiten, die sich wie folgt errechnen:

Start bei +30° C
Beschleunigung bis v ^{steig. opt.}

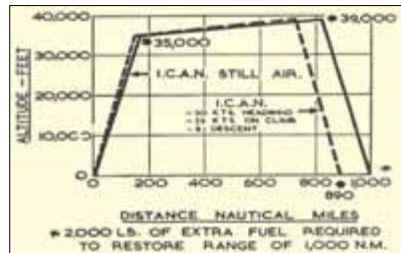
Steigen bis Reisehöhe
Reiseflug in optimaler Höhe
Abstieg auf Meereshöhe } alles bei 80 km/h
Gegenwind

Ausweichflug 320 km mit Beginn Meereshöhe
30 min. Warteflug
5 min. Blindlandeflug
5 min. Rollen

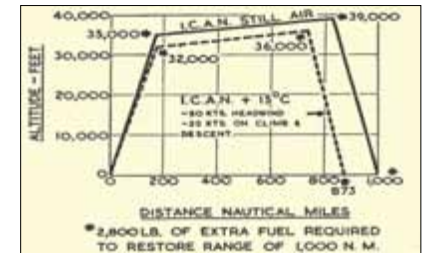
270 kg nicht ausfliegbarer Kraftstoff
5% für Reiskraftstoff
1,5% Umweg wegen Navigationsfehler



Einfluß der Temperatur auf die Reichweite



Einfluß von Gegenwind auf die Reichweite



Gegenwind und Temperatur zusammen

der B 707-120, dann wird die Berechtigung der amerikanischen Kritiker an der Comet verständlich. Denn hier betragen die direkten Betriebskosten auf der für die Comet 1 ökonomisch erfliegen

und Reservekraftstoff belasteten dabei die Ökonomie der Comet 1 gewaltig. So betrug die ideelle Reichweite 4.180 km, die BOAC konnte aber nur Strecken von maximal 1.850 km befliegen, weil die Vorschriften ein einstündiges Warten in geringer Höhe, wo Strahlflugzeuge extrem hohe Verbräuche aufweisen, sowie zusätzliches Anfliegen eines Ausweichflughafens in einer Distanz von ebenfalls einer Stunde vorschrieb. Wenn jedoch ein rechtzeitiges Benachrichtigen der Comet vor dem Landeanflug wegen schlechter Wetterbedingungen erfolgen könnte oder das Warten in großen Hö-

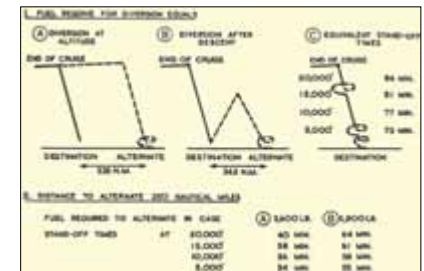
Die unten rechts stehende Grafik untersucht alternative Ausweichflugverfahren und ihre Auswirkungen auf die mögliche Wartezeit und den dabei auftretenden Kraftstoffverbrauch. Alle Zahlen beziehen sich auf die erste Serie der BOAC-Kometen. Im Fall A ergibt sich beim Flug zu einer alternativen Destination eine mögliche Strecke von 535 nm statt üblicher 362 nm (Fall B). Fall C zeigt den Vorteil des Wartens in großer Höhe.

hen, dann würden beträchtliche Reichweitenerhöhungen bzw. längere Flugzeiten im Warteraum möglich sein, wie untenstehende Grafik beweist.

Still-Air-Ranges:

Reichweiten für Windstille und voll ausgeflogenen Kraftstoff einschließlich Restkraftstoff, auch ideelle Reichweite (bei Junkers) genannt.

De Havilland D.H.106 Comet 1	4.180 km
De Havilland D.H.106 Comet 1A	4.805 km
De Havilland D.H.106 Comet 2	5.950 km
De Havilland D.H.106 Comet 3	6.840 km
De Havilland D.H.106 Comet 4	7.265 km
De Havilland D.H.106 Comet 4B	6.115 km
De Havilland D.H.106 Comet 4C	7.210 km



Zeit, Kraftstoffverbrauch bei Ausweichflügen