

# Comet 2 fliegt mit Axial-Avons bis an ihre Leistungsgrenzen

Die schwachen Ghost-50-Triebwerke waren die Achilles-Ferse der Comet. Mit der Version 2 erhielt die Comet Axialtriebwerke von Rolls-Royce mit riesigen Entwicklungsmöglichkeiten. Jetzt erst konnte sie zu ihrer wahren Form auflaufen und zeigen, was in ihr steckt. Um die steil anstei-

gende Nachfrage nach der Comet schneller befriedigen zu können, nahm de Havilland in Belfast und Chester zwei neue Produktionslinien in Betrieb. Nach drei Nullserienmaschinen aus der Hatfield-Produktion konzentrierte man sich im Hauptwerk 1953 bereits auf die große Comet 3.

**E**s war nicht zuletzt die Gewinnmeldung der BOAC für das Jahr 1953, was die Skepsis vieler Airlines gegenüber der Comet beseitigte. Von nun an liefen bei de Havilland jeden Monat neue Bestellungen ein. Es setzte eine regelrechte Jagd auf die neue Version der Comet ein. Keine Airline wollte die letzte sein. Lord Beaverbrooks Evening trompetete: „Wenn Zweifel über die Comet 1 bestehen können, so kann es über das Nachfolgemuster keine geben, ...das Ziel muß jetzt sein, die Produktion zu beschleunigen, um sicher zu gehen, daß so viele wie möglich dieser ausgezeichneten Flugzeuge baldigst in den Service geschickt werden können.“

Von Anfang an war ja die Comet auf 3.000 kp starke Triebwerke entworfen worden. Aber erst 1952 standen solche zur Verfügung. Man muß bedenken, daß die schwachen Ghost-Turbinen nicht etwa nur zur Vortriebserzeugung genutzt wurden. Darüber hinaus wurde aus ihnen auch die Druckluftmenge für die Kabine entnommen, desweiteren mußten sie die Stromgeneratoren antreiben und die Hydraulikpumpen. Auch die Enteisung von Flügel und Leitwerk benötigte vorgewärmte Luft aus dem Verdichter.

Foto: Internet



Die G-AMXA war die erste von drei Comet 2, die im Hatfielder Hauptwerk gebaut worden sind. Gegenüber der Comet 2X G-ALYT ist der Rumpf um 91,5 cm vor dem Spant 14, d.h. noch vor dem Raucherabteil, verlängert worden, so daß der zusätzliche Raum nicht für die Passagiere zur Verfügung stand. Erst die Comet 3 ersetzte den Vollspant 14 durch einen starken Hohlspant.

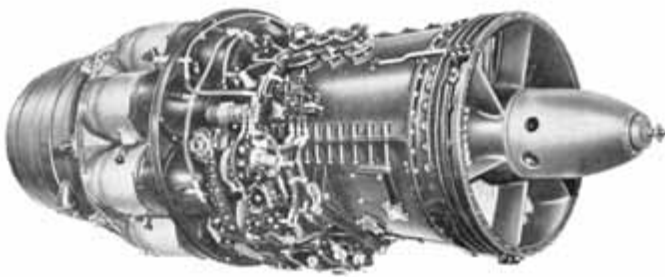
**Kleines Bild rechts: Aus der Comet 1 G-ALYT entstand 1951 die sogenannte Comet 2X mit Rolls-Royce Axialturbinen RA 9 Avon 501. Wegen der Umstellung von Ghosts auf Avons wanderte der Schwerpunkt nach hinten, weswegen die Comet 2 der Serie eine Rumpflängerung vor dem Flügel bekam sowie ein größeres Höhenleitwerk. Das Werbefoto zeigt einen Rolls-Royce vor Rolls-Royce-Düsen.**

Foto: Internet



Das Rolls-Royce Avon war das erste englische Axial-Triebwerk, das Serienreife erreichte und so erfolgreich war, daß es in Australien, Frankreich, Belgien und Schweden in Lizenz gefertigt wurde. Das erste Avon war unmittelbar

nach Kriegsende entworfen worden und basiert wahrscheinlich auf dem Junkers Jumo 004B, das in England eingehend studiert wurde. Es hatte ebenfalls acht Verdichter und eine Turbine, aber acht statt sechs Einzelbrennkammern. Der Einlaufquerschnitt war verdoppelt worden, wodurch in Verbindung mit den englischen Kenntnissen über hohe Turbintemperaturen Schübe von 2.500 kp zu erwarten waren. Das RA 1 kam aber nie richtig zum Laufen. Rolls Royce bezieht sich auch immer auf das RA 2, eine abgeänderte Konstruktion aus dem Jahre 1947 mit 12 Verdichterstufen,



Rolls-Royce Avon RA.3

aus dem dann das Avon 3 mit einer zusätzlichen Turbine entstand, das im Juni 1950 in die Großserie ging und vor allem den kleinen Canberra-Bomber antrieb. Ein mit zusätzlichen Abtrieben versehenes RA 3 ist das RA 9, das als Mark 501 erstmals für das zivile Flugzeug Comet 2X zur Anwendung kam.

De Havilland hatte aus der laufenden Serie 1 die vierte Maschine abgezweigt und mit dem Avon 9 versehen. Nur drei Monate später als es als Comet 1 geflogen wäre, flog die als Comet 2X bezeichnete G-ALYT mit Mark-501-Triebwerken am 16. Februar 1952. Endlich verfügte die Comet nun über eine ausreichend starke Antriebsquelle. Es war, als ob der Comet ein fünftes Triebwerk gewachsen wäre. Und das schönste war,

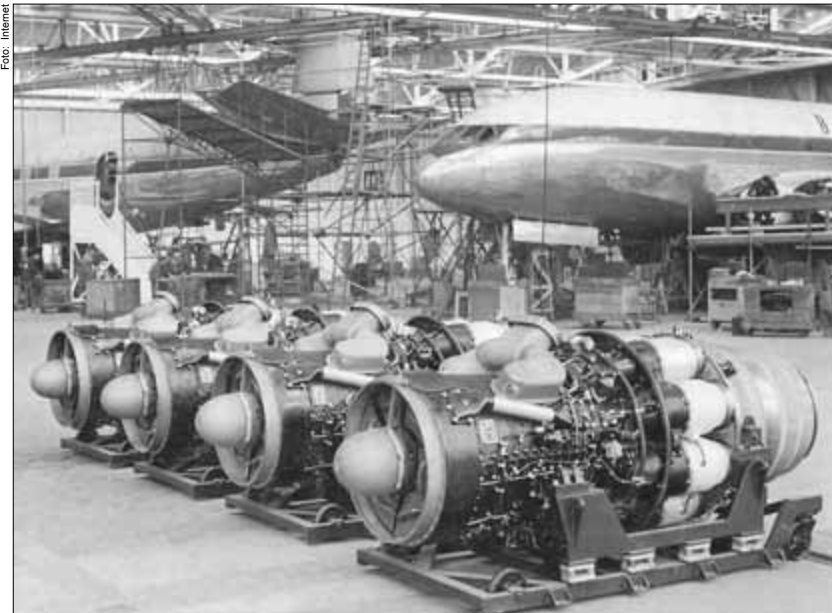
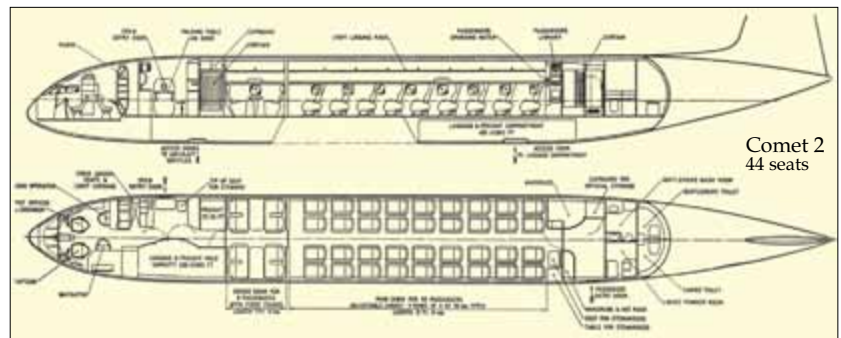
**Das Avon 3 Mk. 1 stellt den Urtyp der Avon-Reihe dar. Leider sind die Avon-Bezeichnungen sehr verwirrend. Prinzipiell muß man die Reihe 100 und die Reihe 200 unterscheiden. Zur Reihe 100 gehören RA 3 und RA 9, RA 7, RA 21 und RA 25. Ab 1953 ist durch vorangesetzte zusätzliche Verdichterstufen die Reihe 200 entstanden, die mit dem RA 14 beginnt, woraus das zivile RA 16 (Comet 3A), RA 26 (Comet 3B) und auch das RA 29 mit 15 Verdichterstufen und drei Turbinenstufen für die Comet 4 bis 4C hervorgegangen sind.**

die Rolls-Royce-Entwickler versprachen binnen eines Jahres eine Leistungssteigerung von den jetzigen 2.950 kp auf wenigstens 3.175 kp. Für diesen Schub wurde die Comet 2 ausgelegt. Doch der Triebwerkshersteller war schneller. Das Jahr war um und der Schub des Avon erreichte 3.250 kp, was sich natürlich in verbesserten Startleistungen niederschlug. Inzwischen waren aber auch die Überholzeiten der Triebwerke auf bald 1.000 Stunden (wie bei Kolbenmotoren üblich) auf eine für zivile Zwecke wichtige Größe gebracht worden.

Die gewachsene Leistungsfähigkeit demonstrierte die G-ALYT eindrucksvoll

am 14. September 1953, als sie in 12,5 Stunden von London über Lissabon, Dakar, Recife nach Rio de Janeiro flog und damit als erstes Düsenflugzeug der Welt den Südatlantik nonstop überquerte. Die Gesamtreisezeit betrug 20 Stunden und 41 Minuten. Flugzeuge mit Kolbenmotor benötigten für dieselbe Strecke 30 Stunden.

Während der Flugerprobungen mit der Comet 2X stellte sich allerdings heraus, daß die Schwerpunktlage durch die veränderte Einbaulage und die zu erwartende weitere Gewichtszunahme der Triebwerke unzulässig weit nach hinten wandern würde. Am leichtesten



**Vier Rolls-Royce Avons RA 25 Mk. 503 stehen bereit für den Einbau in eine der ersten drei Nullserienflugzeuge der Comet 2 in Hatfield. Bei den beiden Flugzeugen handelt es sich wahrscheinlich um die Comet 2 G-AMXB und G-AMXC. Nach der XC stellte Hatfield sofort auf die Comet 3 um, während die Werke in Belfast und Chester weiter Comet 2 produzierten. Rein äußerlich ist die Comet 2 durch die größeren Triebwerkseinläufe und das zweite Fenster an der vorderen Kabine zu erkennen. Kaum zu sehen sind dagegen der längere Rumpf und das breitere Höhenleitwerk.**

war dem durch eine Rumpferlängerung vor dem Flügel abzuwehren. Also bekam die Serie der Comet 2 eine Verlängerung des Rumpfes um drei Fuß (91,5 cm) und zur Erhaltung der Steuerbarkeit eine Vergrößerung der Spannweite an der Höhenflosse von zwölf auf 13 m. Das zulässige Startgewicht stieg auf 120.000 lb (54.431 kg), die Nutzlast auf 6.123 kg. Mit dieser Nutzlast konnte die Comet 2 in 5er-Sitzreihen 55 Passagiere und zusätzlich noch 600 kg Post befördern, und das über ein Reichweite von 3.800 km. Für europäische Verhältnisse war dies ausreichend. Die Reichweite selbst wäre auch für inneramerikanische Verhältnisse akzeptabel gewesen, wenn 80 Passagiere in die Comet gepaßt hätten. Rein räumlich wäre das möglich gewesen. Doch die beiden Vollspante (mit Durchgang) 14 und 18 be-

hinderten die freie Kabinengestaltung doch sehr. An der Comet 2 wollte man nicht mehr so viel ändern, einmal, weil es für sie schon genügend Kunden gab, und zum zweiten, weil die Amerikaner sich gleich auf die Comet 3 orientierten. Die Entwickler der Caravelle hatten zeitig die Schwachstelle der Comet 1-2 erkannt und dem Caravelle-Rumpf keine Vollspante verpaßt. Bereits in die Caravelle I paßten 64 bis 80 Passagiere ohne irgendwelche Platzprobleme.

in 6 Stunden und 17 Minuten mit rund 740 km/h. Nach dem 4.680 km langen Flug befand sich noch Kraftstoff für einen Flug von 645 Kilometern in Seehöhe und für eine halbe Stunde Warteflug an Bord. Damit unterstrich die Comet 2 eindrucksvoll ihre endlich erreichte Fähigkeit für die Langstrecke (damals bereits ab 4.000 Kilometer).

Eine erste Studie über die Leistungsfähigkeit der Comet 2X veröffentlichte de Havilland bereits im Sommer 1953. In einer Streckenstudie für den Nordatlantik ergaben sich die in Tabelle [1] angeführten Werte für Strecke, Gegenwind und Gewichte für Kraftstoff und Nutzlast. Mit folgenden Festgrößen ist gerechnet worden:

- volles Rüstgewicht	24.607 kg
- Besatzung und Gepäck	567 kg
- Öl für Turbinen	41 kg
- Schlauchboot	213 kg
<i>Summe</i>	<i>25.428 kg</i>
- 44 Passagiere	3.300 kg
- 2,7 kg Verpflegung x 44	119 kg
- Gepäck je 30 kg	1.320 kg

Foto: Internet



- Fracht und Post	1.951 kg
<i>Summe</i>	<i>6.690 kg</i>

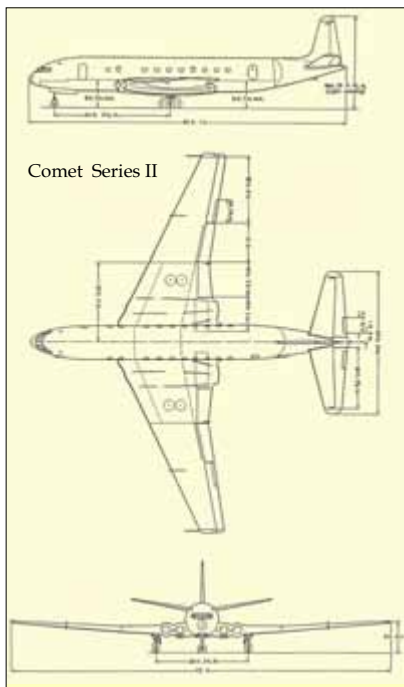
Die Kraftstoffzuladung schließt einen Ausweichflug zum nächstliegenden Flughafen sowie eine Stunde Wartezeit dort ein, zuzüglich einer 10-Minuten-Platz-

**Die G-AMXD, die erste Maschine der Belfast-Linie, hier noch mit dem braunen Schutzlack, im Dezember 1953. Belfast stand im straffen Wettbewerb mit der Linie im Chester-Werk.**

### Erforderliche Startbahnlängen [2]

Flughafenhöhe	Temperatur	Startgewicht	Startbahn
Meereshöhe	15° C	54.430 kg	1.932 m
Meereshöhe	45° C	54.430 kg	2.514 m
1.000 m	25° C	53.977 kg	2.578 m
1.500 m	20° C	51.941 kg	2.621 m

**Bild unten: Comet-2-Linie im Chester-Werk bei Liverpool Ende März 1954. Die Seriennummer 06045 war hier die erste Maschine und für die UAT bestimmt.**



Unmittelbar an den Auslauf der Serie 1A schloß sich in Hatfield die Serie 2 an mit den Flugzeugen G-AMXA, ...XB und ...XC. Sie hatten alle Veränderungen, die sich aus der Erprobung der 2X G-ALYT ergeben hatten. Am 22. Januar 1954 erfolgte die erste Comet 2, G-AMXA, einen neuen Streckenrekord von Hatfield nach Khartum. Die 4.955 km legte sie in 6,5 Stunden mit einer Reisegeschwindigkeit von 760 km/h zurück. Am 28. Januar flog die gleiche Maschine von Khartum nach Johannesburg ebenfalls nonstop

Foto: Internet



### Kraftstoff-Nutzlast-Aufstellung für Comet 2 mit vier RA 25 „Avon 503“ [1]

Flugroute	Frankfurt – Shannon	Shannon – Gander		Gander – New York	Gander – Shannon	
	Jahreszeit	(nicht relevant)	Winter	Sommer	(nicht relevant)	Winter
Flug-Entfernung	1.492 km	4.023 km	3.605 km	2.305 km	3.090 km	3.307 km
Gegenwind	110 km/h	122 km/h	98 km/h	150 km/h	- 24 km/h	- 11 km/h
Streckenkraftstoff	5.670 kg	17.046 kg	15.603 kg	9.888 kg	13.064 kg	13.971 kg
Kraftst. für Ausweichflug	2.268 kg	2.858 kg	2.812 kg	1.996 kg	2.313 kg	2.313 kg
10 min Platzrunde	562 kg	562 kg	562 kg	562 kg	562 kg	562 kg
1 h Warten in 6,1 km H.	2.359 kg	2.359 kg	2.359 kg	2.359 kg	2.359 kg	2.359 kg
Landeanflug	363 kg	363 kg	363 kg	363 kg	363 kg	363 kg
Restkraftstoff	340 kg	340 kg	340 kg	340 kg	340 kg	340 kg
<b>Kraftstoff insgesamt</b>	<b>11.562 kg</b>	<b>23.528 kg</b>	<b>22.039 kg</b>	<b>15.508 kg</b>	<b>19.001 kg</b>	<b>19.908 kg</b>
Betriebsleergewicht	25.428 kg	24.428 kg	25.428 kg	25.428 kg	25.428 kg	25.428 kg
Nutzlast	6.681 kg	5.475 kg	6.510 kg	6.681 kg	6.735 kg	6.681 kg
Startgewicht	43.671 kg	54.430 kg	53.977 kg	47.617 kg	51.165 kg	52.040 kg



### Flugleistungen der Comet 2 [3]

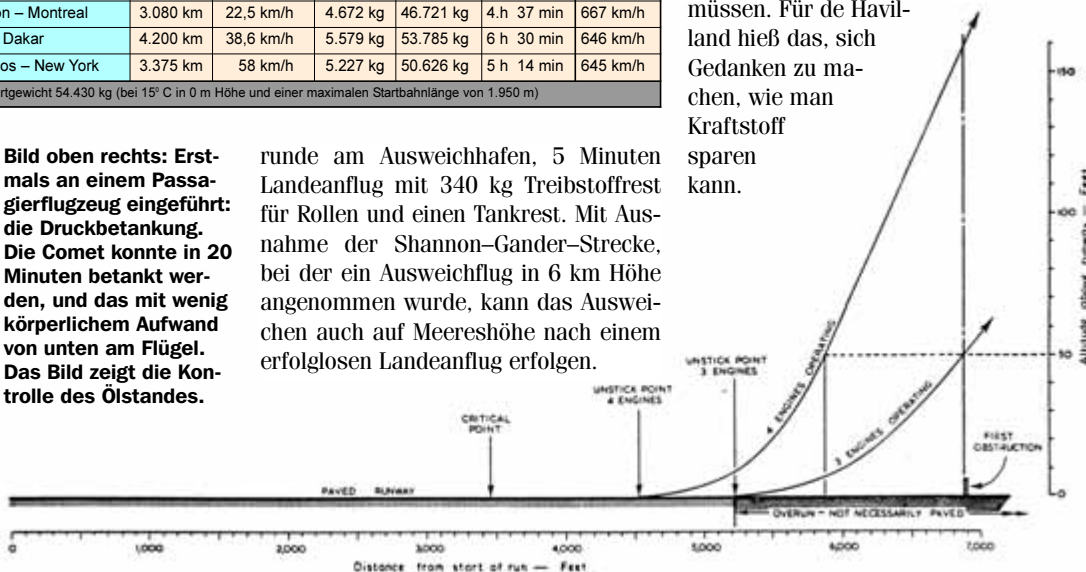
Flugroute	Distanz	Gegenwind in 85 % v.J.	Nutzlast	Startgewicht	Reisezeit	Blockgeschwin.
Caracas – New York	3.430 km	75 km/h	6.123 kg	52.395 kg	5 h 19 min	642 km/h
Entebbe – Kairo	3.340 km	22,5 km/h	6.123 kg	51.670 kg	5 h 01 min	669 km/h
Perth – Jakarta	3.020 km	38,6 km/h	6.123 kg	50.308 kg	4 h 40 min	648 km/h
Karatschi – Beirut	3.200 km	156 km/h	6.123 kg	53.075 kg	5 h 25 min	589 km/h
Entebbe – Johannesburg	2.960 km	35,4 km/h	6.123 kg	49.624 kg	4 h 34 min	655 km/h
Kingston – Montreal	3.080 km	22,5 km/h	4.672 kg	46.721 kg	4 h 37 min	667 km/h
Paris – Dakar	4.200 km	38,6 km/h	5.579 kg	53.785 kg	6 h 30 min	646 km/h
Barbados – New York	3.375 km	58 km/h	5.227 kg	50.626 kg	5 h 14 min	645 km/h

max. Startgewicht 54.430 kg (bei 15° C in 0 m Höhe und einer maximalen Startbahnlänge von 1.950 m)

**Bild oben rechts: Erstmals an einem Passagierflugzeug eingeführt: die Druckbetankung. Die Comet konnte in 20 Minuten betankt werden, und das mit wenig körperlichem Aufwand von unten am Flügel. Das Bild zeigt die Kontrolle des Ölstandes.**

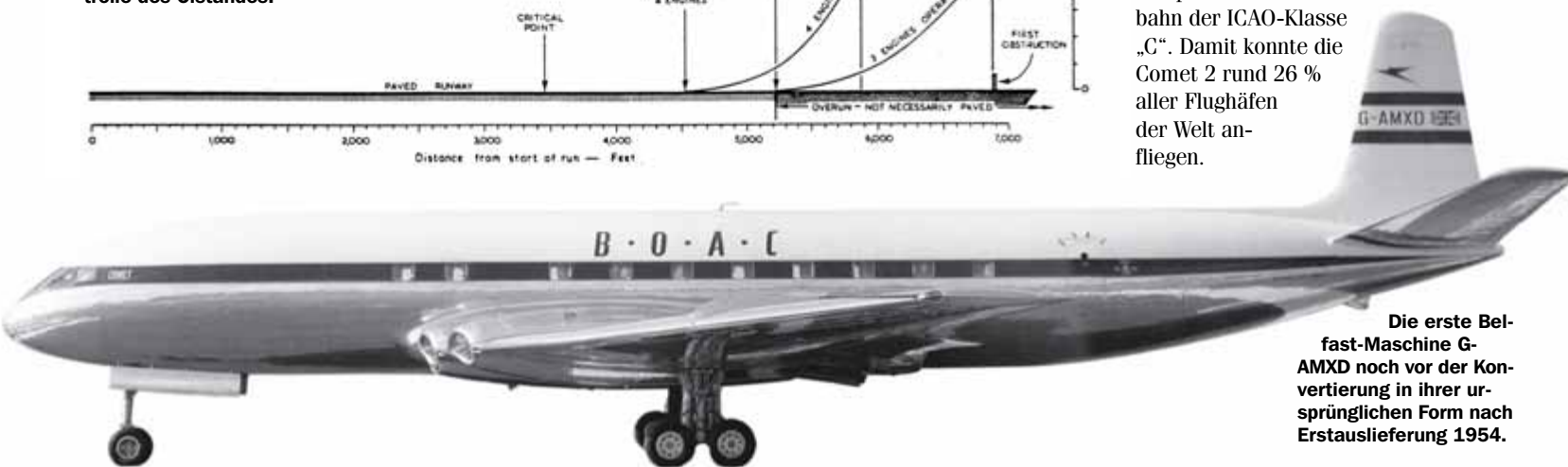
runde am Ausweichhafen, 5 Minuten Landeanflug mit 340 kg Treibstoffrest für Rollen und einen Tankrest. Mit Ausnahme der Shannon-Gander-Strecke, bei der ein Ausweichflug in 6 km Höhe angenommen wurde, kann das Ausweichen auch auf Meereshöhe nach einem erfolglosen Landeanflug erfolgen.

Das Diagramm zeigt eindeutig, daß die Comet 2, außer auf der Wintertour Shannon-Gander, keinerlei Nutzlastbeschränkungen unterliegt. Sie zeigt aber auch, daß rund 20 % des Gesamtkraftstoffes, nämlich 5,5 t, nur für die Flugsicherheit ständig mitgeführt werden müssen. Für die Havilland hieß das, sich Gedanken zu machen, wie man Kraftstoff sparen kann.



In der Tabelle [2] sind für verschiedene Temperaturen und Startbahnhöhen die maximalen Startgewichte und die dafür notwendigen Bahnlängen angegeben. Eine 2.500 m lange Bahn ist in den meisten Fällen für die Comet 2 mit voller Nutzlast ausreichend. In einigen afrikanischen und südamerikanischen Gegenden ergeben sich jedoch Einbußen an der Zuladung.

Die links stehende Grafik visualisiert das Startverhalten der Comet 2 bei einem Start über ein 15,25 m hohes Hindernis mit vier und mit drei Triebwerken. Mit vier Avon 503 beträgt die Startlänge 5.900 ft (1.798 m), bei Ausfall eines Triebwerkes (Sicherheitsforderung) 6.900 ft (2.103 m), um übers Hindernis zu kommen. Das ist dann auch die offizielle Angabe für die Startstrecke. Das entspricht einer Landebahn der ICAO-Klasse „C“. Damit konnte die Comet 2 rund 26 % aller Flughäfen der Welt anfliegen.



**Die erste Belfast-Maschine G-AMXD noch vor der Konvertierung in ihrer ursprünglichen Form nach Erstauslieferung 1954.**