

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTLICHER LEITER: G. GARBOTZ VDI

Bd. 79

SONNABEND, 6. APRIL 1935

Nr. 14

Das Schnellverkehrsflugzeug „Junkers Ju 160“ im Vergleich zu den Junkers-Baumustern „F 13“ und „W 34“

Von Dipl.-Ing. H. Pohlmann, Dessau

Das Schnellverkehrsflugzeug „Junkers Ju 160“ vom Jahre 1934 ist eine Weiterentwicklung des im Jahre 1919 erbauten Baumusters „Junkers F 13“ — des ersten Verkehrsflugzeuges überhaupt. Eine Zwischenlösung war das im Jahre 1926 entwickelte Baumuster „Junkers W 34“. Im folgenden sind diese drei in den Größenabmessungen und in der Gesamtanordnung einander entsprechenden Baumuster vergleichend gegenübergestellt.

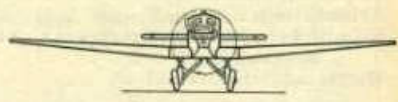
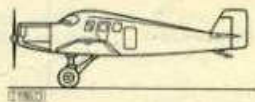


Abb. 1 bis 3. Erstes Verkehrsflugzeug „Junkers F 13“. Baujahr 1919. Vier Fluggäste. Reisegeschwindigkeit 153 km/h.

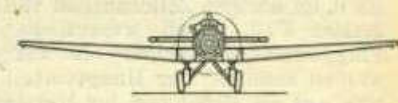
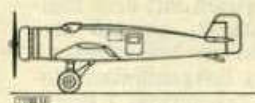


Abb. 4 bis 6. Verkehrsflugzeug „Junkers W 34“. Baujahr 1926. Sechs Fluggäste. Reisegeschwindigkeit 200 km/h.

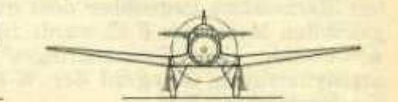
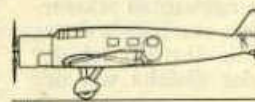


Abb. 7 bis 9. Schnellverkehrsflugzeug „Junkers Ju 160“. Baujahr 1934. Sechs Fluggäste. Reisegeschwindigkeit 320 km/h.

Im Jahre 1919 entstand das erste wirkliche Verkehrsflugzeug „Junkers F 13“¹⁾. Es war ein freitragender Ganzmetall-Tiefdecker (Baustoff: Dural), der geradezu eine Umwälzung im Flugzeugbau hervorrief. Die in diesem Baumuster verwirklichten neuartigen Konstruktionsgrundsätze und -ideen wurden damals stark kritisiert; heute werden sie allgemein als richtig anerkannt. Für das Land-Verkehrsflugzeug ist der freitragende Ganzmetall-Tiefdecker zur vorherrschenden Form geworden.

Mit der Konstruktion des Musters F 13, Abb. 1 bis 3, waren drei Hauptforderungen erfüllt:

1. Schaffung einer für die Beförderung von Fluggästen günstigen „Zweckform“ im Gesamtaufbau der Zelle.
2. Einwandfreie Durchbildung und Anwendung der Ganzmetall-Bauweise.
3. Wirtschaftliche Flugleistungen infolge aerodynamisch guter Formgebung.

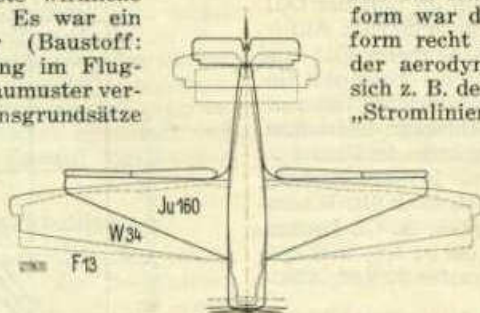


Abb. 10. Grundrisse der Baumuster F 13, W 34 und Ju 160, in gleichem Maßstab übereinander gezeichnet.

Mit ein Hauptgrund für den Erfolg dieser Bauform war die Tatsache, daß die günstige Zweckform recht gut in Einklang zu bringen war mit der aerodynamisch guten Formgebung. So ließ sich z. B. der große Fluggestraum sehr gut in dem „Stromlinien-Rumpf“ unterbringen, und der freitragende Tiefdeckerflügel ergab einen wirksamen Schutz für die über ihm angeordneten Führer- und Fluggesträume bei Bruchlandungen. Mit einem verhältnismäßig schwachen Motor (BMW III a, 220 PS) — die erste F 13 hatte sogar nur einen Motor mit 160 PS — wurde eine Höchstgeschwindigkeit von 180 km/h erzielt; auch die übrigen Flugleistungen waren für die damalige Zeit ganz ausgezeichnet, Zahlentafel 1.

Im Jahre 1926 machte man sich die Vorteile des damals seinen Siegeslauf antretenden luftgekühlten Sternmotors (höhere Leistung bei kleinerem Gewicht) zunutze. Aus diesem Motorenwechsel und einigen anderen Umbauten (Verlängerung des Rumpfes, Vergrößerung des Nutz-

¹⁾ Vgl. a. E. Gosow, Z. VDI Bd. 71 (1927) S. 626.

Zahlentafel 1. Vergleichende Gegenüberstellung der Verkehrsflugzeuge
Junkers F 13, W 34 und Ju 160.

Baumuster		F 13	W 34	Ju 160
Baujahr		1919	1926	1934
Motor		BMW IIIa	Hornet A-2	Hornet T2D2
Motorleistung	PS	220	525	670
Fluggewicht	kg	2000	3000	3550
Tragende Fläche	m ²	43	44	34,8
Spannweite	m	17,75	17,75	14,2
Flächenbelastung	kg/m ²	46,5	68,5	102
Leistungsbelastung	kg/PS	9,1	6,1	5,3
Flächenleistung	PS/m ²	5,1	11,9	19,2
Bruchlastvielfaches (A-Fall)		4,8	5,3	6,3
Zahl der Fluggäste		4	6	6
Nutzlast	kg	420	610	635
Kabinenabmessungen: Länge × Breite × Höhe	m ³	1,62 × 1,34 × 1,25	2,78 × 1,34 × 1,34	2,89 × 1,34 × 1,5
Rauminhalt des Fluggastraumes	m ³	2,7	4,7	4,25
Rauminhalt des Gepäckraumes	m ³	0,8	0,3	1,3
Höchstgeschwindigkeit	km/h	180	235	340
Reisegeschwindigkeit	"	153	200	320 ^{e)}
Landegeschwindigkeit	"	90	rd. 110	rd. 105
Startstrecke (von 0 bis 20 m Höhe)	m	500	450	580
Theor. Gipfelhöhe	"	4300	5300	5700
Reichweite	km	850	850	850
Stündlicher Brennstoffverbrauch bei Reise-Geschwindigkeit	kg	40	80	117
Wirtschaftlichkeitszahl <i>k</i>		1610	1530	1730

^{e)} Mit Hamilton-Verstellschraube in 1900 m Höhe.

raumes usw.) entstand das neue Baumuster W 34, Abb. 4 bis 6, im übrigen Zellenaufbau völlig gleich mit dem Baumuster F 13, jedoch wesentlich verstärkt, so daß das Fluggewicht allmählich bis auf 3000 kg heraufgesetzt werden konnte. Der Hauptvorteil des luftgekühlten Motors war die Erhöhung der Nutzlast, Zahlentafel 1 und 2, und die Verbesserung der Start- und Steigleistungen. Die Geschwindigkeitssteigerung von 180 auf 235 km/h entspricht der Erhöhung der Motorleistung von 220 auf 525 PS. Der an sich größere Widerstand des luftgekühlten Sternmotors gegenüber dem gut eingebauten wassergekühlten Motor der F 13 wurde fühlbar verringert durch Anwendung eines Townendringes²⁾; im übrigen ist der aerodynamische Gütegrad der W 34 der gleiche wie der des Baumusters F 13.

Bauausführung

Seit dem Jahre 1919 waren erhebliche Fortschritte auf dem Gebiet der angewandten Aerodynamik erzielt worden, und man entschloß sich deshalb im Sommer 1931, eine Ersatzkonstruktion für die den gesteigerten Anforderungen nicht mehr gewachsenen Baumuster F 13 und W 34 in Angriff zu nehmen und dabei vor allem die Geschwindigkeiten zu erhöhen. Dieser Entschluß fiel zeitlich zusammen mit der Absicht der Deutschen Lufthansa, A.-G., einmotorige Schnellverkehrsflugzeuge in Dienst zu stellen. Die Deutsche Lufthansa vergab je einen Auftrag an die Ernst Heinkel Flugzeugwerke, G. m. b. H., Warnemünde, und an den Junkers-Flugzeugbau, A.-G., Dessau. Heinkel brachte die HE 70³⁾, Junkers die Ju 60⁴⁾ und später das daraus weiterentwickelte Baumuster Ju 160, Abb. 7 bis 9, heraus.

¹⁾ Vgl. E. Everling, Z. VDI Bd. 77 (1933) S. 1197.

²⁾ Vgl. M. Schrenk, Z. VDI Bd. 78 (1934) S. 39.

³⁾ Das Baumuster Ju 60 war nur eine Zwischenlösung, die in erster Linie als Versuchsflugzeug für eine neue Bauweise mit Glattblachbeplankung gegenüber der bei den Junkers-Flugzeugen bisher üblichen Wellblechbeplankung diente. Über die Bauausführung vgl. a. M. Schrenk, Z. VDI Bd. 78 (1934) S. 39.

⁴⁾ v_{max} Höchstgeschwindigkeit in km/h

γ spez. Gewicht der Luft in kg/m³

c_w dimensionsloser Widerstandsbeiwert

N Motorenleistung in PS

F Fläche des Tragwerks in m²

η Wirkungsgrad der Luftschraube

Unter Beibehalten der alten Bauform „freitragender Ganzmetall-Tiefdecker“ wurden bei der Konstruktion der Ju 160 alle Mittel angewendet, um die aerodynamische Form und damit die Geschwindigkeitsleistungen zu verbessern, Abb. 10; mit welchem Erfolg, zeigt Zahlentafel 1. In Abb. 11 ist außerdem entsprechend

$$v_{max} = \sqrt[3]{\frac{2g}{\gamma} \frac{\eta}{c_w} \frac{N}{F}}$$

die Höchstgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Flächenleistung N/F aufgetragen, wobei die sich ergebenden Parameterkurven für $\eta/c_w = \text{konst.}$ in ihrer Abstufung ein Maß für die aerodynamische Güte der Zelle darstellen⁵⁾. Bei dem Baumuster Ju 160 ergibt sich eine erhebliche Verbesserung des Wertes η/c_w gegenüber denen der Baumuster F 13 und W 34, ein Beweis dafür, daß die höhere Geschwindigkeit weitaus auf der aerodynamischen Güte der Zelle beruht.

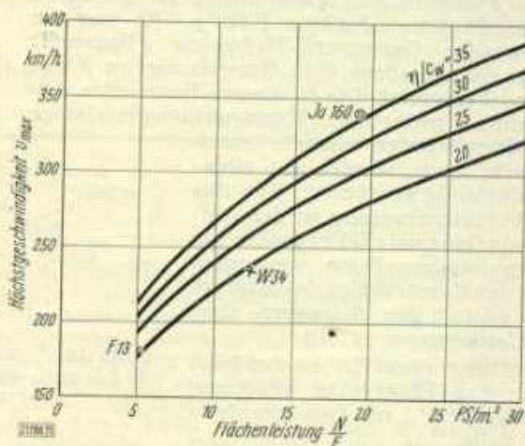


Abb. 11. Kennzeichnung der aerodynamischen Güte der Baumuster F 13 und Ju 160.

η/c_w ist ein Maß für die aerodynamische Güte der Zelle.

Beim Entwurf der Ju 160 stand zwar die Forderung nach höherer Geschwindigkeit im Vordergrund, aber die Flugsicherheit durfte nicht und die Bequemlichkeit der Fluggäste sollte nicht vermindert werden. Tatsächlich sitzen die sechs Fluggäste in der Ju 160 bequemer als in der W 34, und der Gepäckraum ist ebenfalls größer. An der widerstandsfähigen Ausführung des Zellenaufbaus ist nichts gespart worden, und entsprechend der höheren Fluggeschwindigkeit beträgt das Bruchlastvielfache $n_{Br} = 6,3$ gegenüber 5,3 bei der W 34. Die Nutzlast ist mit 635 kg ungefähr so groß geblieben wie bei der W 34, auch Gipfelhöhe und Steigleistung sind nicht schlechter geworden. Der Start ist, wie bei allen Schnellflugzeugen, etwas ungünstiger; die Landegeschwindigkeit ist sogar kleiner als die der W 34 (siehe später).

Der Hauptbaustoff für das Baumuster Ju 160 ist Dural; nur wichtige Verbindungsteile sind aus hochwertigem Stahl hergestellt. Das Tragwerk besteht aus einem geteilten Mittelstück, Abb. 12, an das die zweiholmigen Außenflügel mit je sechs Kugelverschraubungen angesetzt sind. Die Auslaufspitzen der starken Querverbände sind als Lagerarme für die Hilfsflügel und Querruder ausgebildet.

Auf der Flügelunterseite sind große aufgeschraubte Platten vorgesehen, die die Ausbesserungsarbeiten und die Wartung erleichtern, Abb. 19 (s. später).

Der Rumpf ist auf das Flügelmittelstück aufgesetzt und mit diesem fest verbunden. Er hat ovalen Querschnitt und vier Hauptholme mit senkrecht dazu angeordneten Querspanten, Abb. 13. Die Rumpfhaut ist mittels Längspfetten versteift. Der Fluggastraum ist zwecks Wärme- und Schallisierung doppelwandig ausgebildet.

Das Fahrwerk besteht aus zwei voneinander getrennten Fahrgestellhälften, die am Mittelstück angelenkt und von Hand mittels selbstsperrender Spindel vollkommen einzuschwenken sind, Abb. 14 und 15.

Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen

Daß trotz der bedeutenden Steigerung der Reisegeschwindigkeit die Wirtschaftlichkeit des Baumusters Ju 160 nicht schlechter als die der W 34, sondern sogar besser geworden ist, zeigt die Größe

$$k = \frac{\text{Nutzlast} \times \text{Reisegeschwindigkeit}}{\text{stündlicher Brennstoffverbrauch}}$$

Zahlentafel 1. Das Produkt aus Nutzlast und Reisegeschwindigkeit ist die Beförderungsleistung, während man den stündlichen Brennstoffverbrauch als Maß für die aufgewendete Leistung auffassen kann. Die Reichweite ist mit 850 km bei allen drei Flugzeugen die gleiche. Die Verschlechterung von k bei der W 34 gegenüber der F 13 erklärt sich u. a. aus dem höheren Brennstoffver-

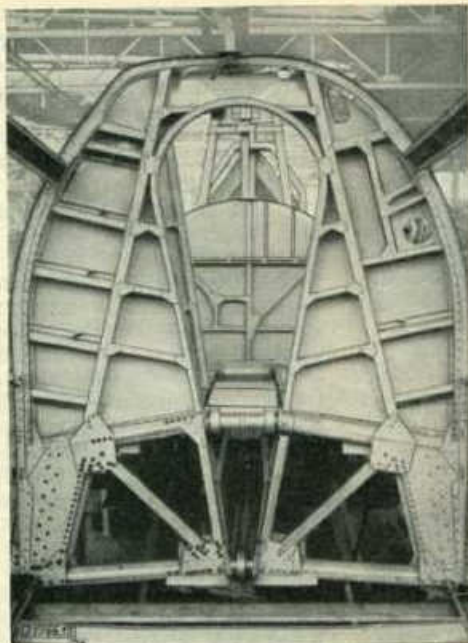


Abb. 12. Hauptspant und geteiltes Flügelmittelstück des Baumusters Ju 160.



Abb. 13. Rumpfaufbau des Baumusters Ju 160.

- a Hauptholme
- b Querspanten
- c Längspfetten zum Versteifen der Außenhaut

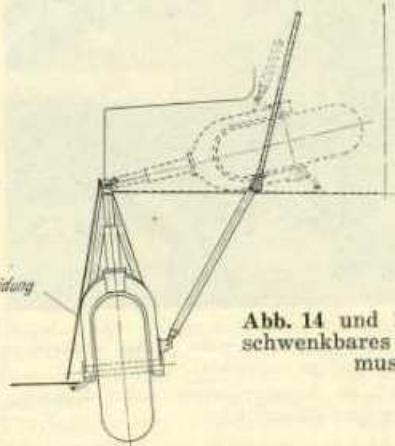
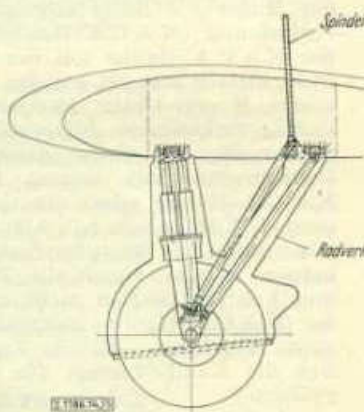


Abb. 14 und 15. Vollkommen einschwenkbares Fahrwerk des Baumusters Ju 160.

brauch des luftgekühlten Motors gegenüber dem wassergekühlten, die Verbesserung bei der Ju 160 zum größten Teil aus den guten aerodynamischen Eigenschaften der Zelle.

Aerodynamische Verbesserungen

Die Schaffung der freitragenden Tiefdeckerzelle war im Jahre 1919 ein großer Fortschritt; bei dem neuen Baumuster Ju 160 handelte es sich nur darum, diese aerodynamisch gute Grundzelle weiter zu verfeinern durch Herabsetzen der schädlichen Widerstände, d. h. durch Verringern der Stirnflächen und Oberflächen, Verbessern der Oberflächenglätte und durch möglichst weitgehendes Beseitigen der Beeinflussungswiderstände, die durch den Übergang vom Tragwerk zum Rumpf hervorgerufen werden.

Oberflächenglätte und Beeinflussungswiderstände

Hier war vom Junkers-Flugzeugbau eine grundsätzliche Entscheidung zu treffen. Bisher waren alle Junkers-Flugzeuge mit Wellblech beplankt, eine statisch konstruktiv und baulich sehr einfache und gewichtlich sehr leichte Art der Metallbehütung. Das Wellblech hat aber, aerodynamisch gesehen, zwei Nachteile. Entsprechend der Wellung ist die Oberfläche und damit verhältnismäßig der Reibungswiderstand größer, außerdem läßt sich Wellblech nur in geringem Maße zu nichtabwickelbaren Flächen verformen.

Dieser letzte Nachteil wirkt sich besonders beim Rumpf aus; denn ein guter Stromlinienrumpf darf keine Ecken und Kanten haben, sein Querschnitt ist infolgedessen rund oder elliptisch. Wollte man einen derartigen Rumpf mit Wellblech beplanken, so ließe sich ein gewisses Schrānblasen der Blechwellen mit dementsprechender Widerstandserhöhung gar nicht vermeiden. Um die Beeinflussungswiderstände zu verringern, müssen die Übergänge zwischen den einzelnen Flugzeugteilen möglichst weich und sanft ausgebildet werden, z. B. zwischen Flügel und Rumpfmittelstück, zwischen Leitwerk und Rumpfe; das Führerdach muß glatt sein und allmählich aus dem Rumpf herauswachsen usw. Das alles läßt sich nur mit Glattblech durchführen.

Beim Flügel und Leitwerk verlaufen die Wellen fast ausschließlich in Flugrichtung (abgesehen von der Querströmung an den Flügelenden), so daß hier nur die reine Vergrößerung der Oberfläche in Frage käme. Wenn auch hier das Wellblech aufgegeben worden ist, so war dafür folgende Überlegung maßgebend. Das von Prof. Hugo Junkers im Jahre 1910 zum Patent angemeldete Nur-Flügel-Flugzeug kennt keine schädlichen Widerstände mehr. Alle nur Widerstand und keinen Auftrieb erzeugenden Flugzeugteile sind vermieden; es bleibt nur der

Widerstand des Tragflügels, und der besteht zum größten Teil aus Oberflächenreibung. Je mehr man sich diesem Idealzustand nähert — und das geschieht von selbst beim Vergrößern der Flugzeugabmessungen und beim Verkleinern der Stirnwiderstände (Motorverkleidung, einziehbares Fahrwerk usw.) —, um so größer ist der Anteil des Flügel-Reibungswiderstandes am Gesamtwiderstand des Flugzeugs.

Was bei den verhältnismäßig kleinen Abmessungen der Flugzeuge und bei der immer noch beträchtlichen „aerodynamischen Unsauberkeit“ der Zelle ohne große Bedenken möglich war, nämlich die Verwendung von Wellblech, wird sich im Laufe der Entwicklung in steigendem Maße von selbst verbieten. Deshalb hat der Junkers-Flugzeugbau neuerdings das Wellblech aufgegeben und eine Glattblechbauweise entwickelt. Damit die Oberfläche auch wirklich glatt wird, werden alle außenliegenden Niete versenkt geschlagen. Die Glattblechbauweise ist allerdings etwas schwerer und im Aufbau teurer; manche Vorteile des Wellblechs mußte man aufgeben, aber der Schritt war notwendig mit Rücksicht auf die kommende Entwicklung.

Rumpf und Motoreinbau

Der Rumpfquerschnitt ist gegeben durch Berücksichtigung der Forderung: bequeme Sitzbreite für je zwei Fluggäste nebeneinander mit einem schmalen Gang in der Mitte und ungefähr Stehhöhe in diesem Durchgang. Eine allzu weitgehende Beschränkung im Rumpfquerschnitt ist bei Verwendung eines luftgekühlten Sternmotors — wie im vorliegenden Fall — nicht nötig und nicht einmal zweckmäßig, jedenfalls dann nicht, wenn der Motor wie heute allgemein üblich mit einer Ringverkleidung (N.A.C.A.-Haube) ausgerüstet ist⁵⁾. Hinter der N.A.C.A.-Haube soll der Durchmesser des Rumpfes nicht kleiner sein als der des Motors, in diesem Falle bei einem Hornet-Motor 1400 mm. Der Widerstand eines richtig verkleideten, luftgekühlten Sternmotors ist nicht größer als der eines gleich starken wassergekühlten Reihenmotors mit seinem Kühler. Den Vorteil der N.A.C.A.-Haube zeigt die Gegenüberstellung der Baumuster W 34 und Ju 160, Abb. 16 und 17. Sie drückt den Widerstand des Rumpfes fast auf den eines Stromlinienkörpers herab. Damit die Temperatur in den Führer- und Fahrgasträumen nicht zu hoch wird, wird die aus der N.A.C.A.-Haube austretende heiße Kühlluft nach unten abgeleitet. Mittels Zusatzklappen, Abb. 17, läßt sich die Kühlluftmenge für Start- und Steigflug vergrößern.

Außer der Führerraumüberdachung sind keine Unregelmäßigkeiten im Rumpfverlauf vorhanden; die Auftritte und Türgriffe sind versenkt, die Fensterscheiben bündig mit der Außenoberfläche usw. Die Führerraumüberdachung, die aus Sichtgründen immer einen Absatz im Rumpfverlauf bilden muß, ist durch Staffelung der beiden Führersitze (schräg hintereinander) so ausgebildet, daß sie fast keine Flächen senkrecht zur Flugrichtung aufweist und sanft und allmählich in den nach hinten dicker werdenden Rumpfquerschnitt übergeht, Abb. 17.

Tragflächen

Ganz allgemein sucht man die Geschwindigkeitsleistung eines Flugzeuges durch möglichst weitgehendes Verkleinern der Tragflächen zu steigern. Dadurch wird nicht nur der Widerstand des Flügels verringert, sondern auch die Gesamtabmessungen der Zelle werden kleiner, z. B. Rumpflänge⁶⁾, Leitwerk usw.; außer der Widerstandsverringern bedeutet das Kleinhalten der Tragfläche auch eine erhebliche Gewichtsersparnis. Dabei liegt die Grenze für die Höhe der Flächenbelastung bereits in der Landegeschwindigkeit, die eine bestimmte Größe (rd. 100 bis 110 km/h) nicht überschreiten soll.

⁵⁾ In diesem Zusammenhang versteht man unter Rumpflänge die Entfernung zwischen den Neutralpunkten der Tragfläche und denen des Leitwerks; so gemessen ist die Rumpflänge des Musters „Ju 160“ (starke Pfeilform der Tragflächen) nicht größer als die des Musters „W 34“. Die im ganzen größere Länge des Rumpfes des Baumusters „Ju 160“ ergibt sich aus der Staffelung der Sitze der Besatzung, der Einbaumöglichkeit auch für einen wassergekühlten Motor, größere Längenausmaße des Fahrgastraumes usw.



Abb. 16. Sternmotor des Baumusters W 34, mittels Townendrings verkleidet. Luftwiderstand groß, da aerodynamisch guter Übergang zum Rumpf fehlt.



Abb. 17. Sternmotor des Baumusters Ju 160, mittels N.A.C.A.-Haube verkleidet. Luftwiderstand klein. Der Austritt der heißen Kühlluft aus der Haube wird nach unten abgelenkt, damit ein übermäßiges Aufheizen der Führer- und Fahrgasträume vermieden wird.

a Zusatzklappen zum Erhöhen der Kühlleistung

Abb. 16 und 17. Gegenüberstellung der Verkleidung des luftgekühlten Sternmotors am Baumuster W 34 und desjenigen am Baumuster Ju 160.

„Kleine Landegeschwindigkeit trotz hoher Flächenbelastung“ erreicht man heute mit Spaltflügeln, Landeklappen, Spreizklappen usw. Das Baumuster „Ju 160“ ist zu diesem Zweck mit Junkers-Doppelflügel⁷⁾ ausgerüstet, die schon seit dem Jahre 1924 erprobt und seit einigen Jahren an Verkehrsflugzeugen (Muster Junkers „Ju 52“ und „G 38“) mit Erfolg angewendet werden. Durch den Doppelflügel konnte die Flächenbelastung von 68,5 kg/m² bei der W 34 auf 102 kg/m² bei der Ju 160 gesteigert und die Landegeschwindigkeit mit 105 km/h gegenüber 110 km/h sogar noch verbessert werden.

Die Geschwindigkeitsspanne (Verhältnis der Höchstgeschwindigkeit zur Landegeschwindigkeit) beträgt bei der Ju 160 3,23 gegenüber 2,13 bei der W 34. Der Hilfsflügel wird auch zur Startverbesserung benutzt. Das Flächenprofil ist gegenüber dem des Baumusters W 34 erheblich verbessert worden; das Dickenverhältnis ist kleiner, und auch sonst ist das Profil den Forderungen des Schnellfluges angepaßt worden, so daß der Profilwiderstand wesentlich kleiner ist als bei der W 34. Die Ju 160 ist mit einer Hamilton-Verstellschraube ausgerüstet, die zwei Einstellungen ermöglicht: eine für den Start und die andere für den Reiseflug, wobei sich in beiden Fällen ein jeweiliger Bestwert an Leistung ergibt.

Einschwenkbares Fahrwerk

Einen wesentlichen Anteil an der Verringerung der schädlichen Widerstände hat neben der günstigen Motorverkleidung das einschwenkbare Fahrwerk, das vollkommen in der Fläche verschwindet. Der genaue Betrag der Widerstandersparnis ist nur theoretisch bekannt, da der Vergleich mit einem gutverkleideten festen Fahrgestell fehlt; immerhin darf wohl ein Geschwindigkeitsgewinn von rd. 20 km/h angenommen werden.

Gesamtwiderstandsfläche

Die Gesamtwiderstandsfläche beträgt 1,75 m² für die W 34 und 0,74 m² für die Ju 160, unter der Annahme eines Luftschaubens-Wirkungsgrades $\eta = 0,78$. Wenn man beachtet, daß die Ju 160 hinsichtlich Verwendungszweck, Zuladung, Laderaum, Zahl der Sitze usw. völlig mit der W 34 übereinstimmt, so hat sich durch die angewandten aerodynamischen Verbesserungen die Gesamtwiderstandsfläche auf rd. 42 % des Wertes für die W 34 herabdrücken lassen. Als interessante Tatsache mag erwähnt werden, daß der Gesamtwiderstand der Ju 160 ungefähr gerade so groß ist wie der Teilwiderstand der allerdings erheblich größeren Tragfläche des Baumusters W 34 allein.

Gewichtvergleich

Der Gewichtvergleich in Zahlentafel 2 gibt Aufschluß über den Gewichts Aufwand, der für die aerodynamische Verbesserung der Zelle hat gemacht werden müssen; außerdem gestattet er aber auch einige interessante Einblicke in die Entwicklung des Flugzeugbaus über-

⁷⁾ Vgl. a. E. Billeb, Luftwissen Bd. 2 (1935) Nr. 1 S. 2.

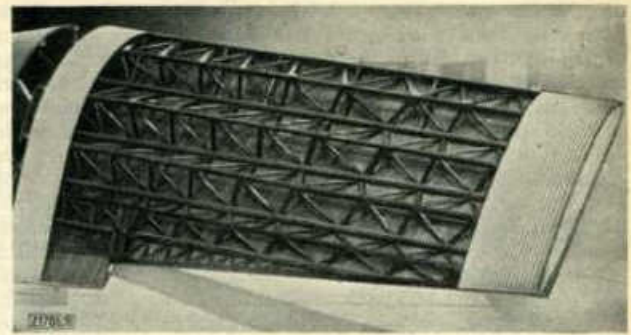


Abb. 18. Aufbau des Flügels der F 13.

Abb. 18 und 19. Vergleich des Flügels der F 13 mit dem der Ju 160.

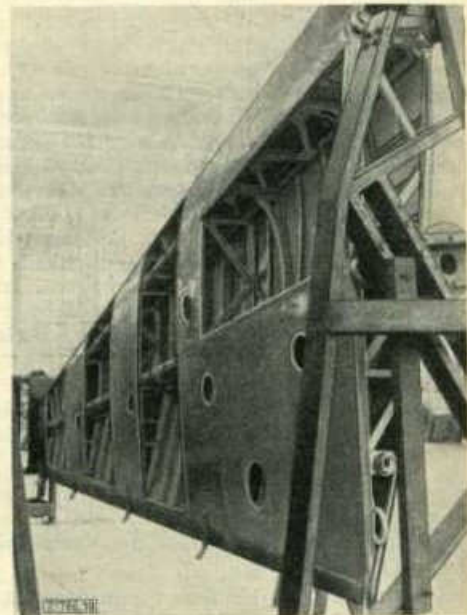


Abb. 19. Aufbau des Flügels der Ju 160. Große abschraubbare Platten an der Flügelunterseite lassen bequeme Wartung zu.

haupt. Die Flugzeuge sind nämlich nicht nur schneller geworden, sondern auch bequemer (für Fluggäste und Besatzung) und „sicherer“, wobei hier nicht nur die Bausicherheit, sondern allgemein die Flugsicherheit (z. B. Verringerung der Triebwerksstörungen durch allgemeine Verbesserung der Maschinenanlage, Erhöhen der Brandsicherheit durch Brandschott, Feuerlöschanlage, Brennstoffschnellablaß usw., Verbessern der Flugüberwachung durch Wendezeiger und Kreiselgerät, Verbessern der Navigation durch Funkanlage, Fernkompaß usw.) verstanden sein soll.

Flugwerk, Triebwerk, Ausrüstung und Zuladung sind

die vier Hauptgruppen der Gewichtszerlegung. Der prozentuale Unterschied dieser Hauptgruppen am Gesamtgewicht ist zwischen den drei Baumustern nicht allzu groß; immerhin geht aus der Gegenüberstellung sehr deutlich ein Steigen des Flugwerkgewichts und entsprechende Verringerung der Zuladung hervor.

Flugwerk

Für das Flugwerk als den wichtigsten Teil des Flugwerks ergibt sich aus Zahlentafel 2, daß zwar die prozentualen Anteile am Gesamtgewicht bei den drei Baumustern fast genau gleich geblieben,

Zahlentafel 2. Gewichtvergleich der Baumuster F 13, W 34 und Ju 160.

in kg			in %			in % des Fluggewichts				
F 13	W 34	Ju 160	Baugruppe	F 13	W 34	Ju 160	Baugruppe	F 13	W 34	Ju 160
340	455	560	Tragwerk	0			Tragwerk	17,0	15,2	15,8
130	305	300	Rumpf	10			Rumpf	6,5	10,2	8,5
33	46	90	Triebwerksgerüst	10			Triebwerksgerüst	1,6	1,5	2,5
25	58	78	Leitwerk	20			Leitwerk	1,3	1,9	2,2
27	43	100	Steuerung	20			Steuerung	1,4	1,4	2,8
70	135	230	Fahrwerk	30			Fahrwerk	3,5	4,5	6,5
625	1042	1358	Flugwerk	30			Flugwerk	31,3	34,7	38,3
285	385	435	Motor	40			Motor	14,2	12,8	12,2
30	53	97	Luftschaube	40			Luftschaube	1,5	1,8	2,7
135	135	190	Maschinenanlage	50			Maschinenanlage	6,8	4,5	5,3
450	573	722	Triebwerk	60			Triebwerk	22,5	19,1	20,2
35	140	185	Bordausrüstung	60			Bordausrüstung	1,7	4,7	5,3
60	90	125	Zweckausrüstung	70			Zweckausrüstung	3,0	3,0	3,5
95	230	310	Ausrüstung	70			Ausrüstung	4,7	7,7	8,8
160	160	160	Besatzung	80			Besatzung	8,0	5,3	4,5
250	385	365	Betriebsstoff	80			Betriebsstoff	12,5	12,8	10,3
420	610	635	Nutzlast	90			Nutzlast	21,0	20,4	17,9
830	1155	1160	Zuladung	90			Zuladung	41,5	38,5	32,7
2000	3000	3550	Fluggewicht	100			Fluggewicht	100,0	100,0	100,0