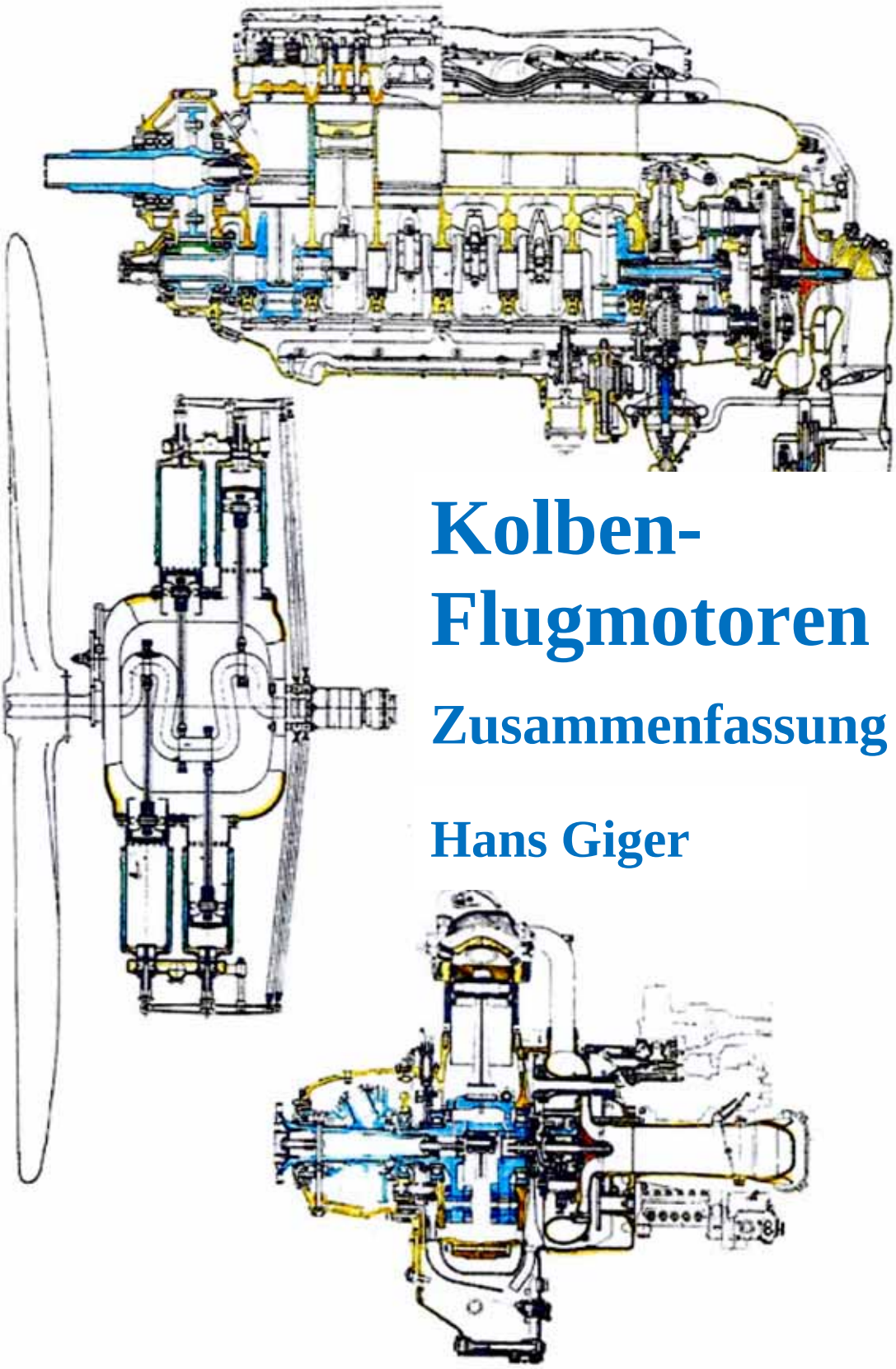
Beiträge zur Geschichte
der schweizerischen Fliegertruppen



Kolben-Flugmotoren

Zusammenfassung

Hans Giger

Mai 2012

Anmerkung zu dieser Ausgabe

Bei dieser Version des Motorenbuches von Hans Giger handelt es sich um eine **Zusammenfassung**. Von den Datenblättern sind darin nur Beispiele zu den einzelnen Kapiteln enthalten. Wer sich für weitere Datenblätter interessiert, wende sich an das Flieger Flab Museum Dübendorf oder konsultiere die Vollversion des Buches, welche einen Umfang von 269 Seiten aufweist.

Impressum

Autor: Hans Giger
Entwurf: Mai 1984; Überarbeitung: Mai 2012

Layout- und Textbearbeitung: Walter Dürig, Januar 2013

Redaktor und Herausgeber der Zusammenfassung: Walter Dürig, Januar 2013

Beiträge zur Geschichte der schweizerischen Fliegertruppen

Hans Giger

Kolben-Flugmotoren

Inhalt

Vorwort 1
Bemerkungen zu den einzelnen Motorengattungen 2
Die Flugmotoren der Schweiz 4
Die deutschen Flugmotoren 33
Die englischen Flugmotoren 103
Die französischen Flugmotoren 139
Die italienischen Flugmotoren 202
Die österreichischen Flugmotoren 214
Die amerikanischen Flugmotoren 221
Flugmotoren-Prüfstände 263
Verzeichnis der Flugmotoren 266
Anhang 269

Vorwort

Die schweizerische Fliegertruppe[1] wurde 1914 gegründet. Sie verfügte in den Anfangsjahren über sehr viele verschiedene Flugzeugtypen. Damit standen zahlreiche Flugmotorentypen im Betrieb.

Im Laufe des Ersten und des Zweiten Weltkriegs stürzten zahlreiche Flugzeuge beider Kriegsparteien auf schweizerischem Terrain ab. Es erfolgten auch zahlreiche Notlandungen in der Schweiz. Viele Motoren dieser Flugzeuge befinden sich heute im Flieger Flab Museum Dübendorf.

Nach der Gründung des Fliegermuseums Dübendorf in einem ersten bescheidenen Rahmen waren wir auf unsere umfangreiche, aus aller Welt stammende Motorensammlung besonders stolz. Es handelt sich heute noch weltweit um eine der bedeutendsten und vollständigsten Sammlungen. Im Laufe der Zeit kamen durch Tausch einige geschichtlich und technisch höchst interessante Motoren dazu.

Die ausgestellten Motoren erlauben jedoch nur zum kleinsten Teil einen Blick in das Innere. Interessante konstruktive Details, Dimensionen und spezifische Leistungen bleiben dem Betrachter verborgen.

Im vorliegenden Buch werden die Kolbenflugmotoren, welche in die Flugzeuge der schweizerischen Fliegertruppe eingebaut waren und alle Motoren, die sich im Flieger Flab Museum Dübendorf befinden, näher beschrieben. Die Dokumentation enthält aber auch Angaben zu Kolbenmotoren, die heute nicht mehr vorhanden sind.

Einige «fremde» Motoren, welche technikgeschichtlich oder durch ihre Konstruktion, Leistung oder militärische Bedeutung höchst interessant sind, werden ebenfalls beschrieben.

In den Archiven des Bundesamtes für Militärflugplätze und im Archiv des Flieger Flab Museums Dübendorf konnte ich nur wenige brauchbare Angaben zu den beschriebenen Motoren finden. Deshalb habe ich viele Angaben bei den seinerzeitigen Firmen, soweit diese noch existieren, eingeholt oder der Literatur entnommen. Die Quelle ist am linken unteren Rand der Datenblätter angegeben.

Einen ganz besonderen Dank spreche ich dem Bundesamt für Zivilluftfahrt, dem Nachfolgeunternehmen der Werkzeugmaschinenfabrik Oerlikon-Bührle AG, der schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur sowie der Firma Adolph Saurer AG Arbon aus. Diese Stellen haben mir im Frühjahr 1980 wertvolle Unterlagen überlassen.

Buochs, im Mai 2012 Hans Giger

[1] Die Truppenbezeichnungen lauteten im Zeitablauf: 1914 bis 1924: Fliegerabteilung; 1925 bis 1936: Fliegertruppe; 1936 bis 1995: Flieger- und Fliegerabwehrtruppen; seit 1996: Luftwaffe.

Bemerkungen zu den einzelnen Motorengattungen

In der Motorensammlung sind verschiedene Motorengattungen vertreten, welche nachstehend kurz kommentiert sind.

Die deutschen Motoren

Bei dem 1913 ausgeschriebenen «2. Kaiserpreis» wurden, nachdem die aufgrund des 1. Kaiserpreises eingegangenen Vierzylindermotoren wegen ihres «rauen» Laufes nicht befriedigten, Sechszylindermotoren in stehender Bauweise verlangt. Diese wurden rechtzeitig zu Kriegsbeginn serienreif und im Ersten Weltkrieg in grosser Zahl in fast alle deutschen Kriegsflugzeuge eingebaut.

Die Umlaufmotoren

Als Erste bauten die Franzosen den Umlaufmotor. Durch seine robuste Bauart, seine geringe Verletzlichkeit bei Beschuss, dem ruhigen Lauf und auch wegen seines geringen Leistungsgewichts war der Umlaufmotor von 1909 bis 1915 sehr beliebt. Er wurde von allen Krieg führenden Staaten in grosser Zahl, vor allem in Jagdflugzeugen, verwendet.
Doch mit zunehmender Motorenstärke und damit erhöhter rotierender Masse wurden die Kreiselkräfte bei Flugmanövern unangenehm gross. Zudem verursachten die enorm höheren Benzin- und Schmierstoff-Verbräuche immer mehr Versorgungsprobleme.
Bei den «zweisternigen» Umlaufmotoren zeigten sich zunehmend Kühlprobleme. Deshalb wurden die Umlaufmotoren immer mehr durch Reihen- und V-Motoren abgelöst.

Die V-Motoren

Grössere Leistung war unter anderem nur durch Vergrösserung des Gesamt-Zylinder-Volumens zu erreichen. Der Inhalt des Einzelzylinders konnte aber nicht beliebig erhöht werden, denn für Zylinder-Durchmesser und Hub gab es gewisse optimale Werte. Also blieb als Ausweg nur die Erhöhung der Anzahl Zylinder.
Nun konnten aber die Reihenmotoren wegen der im Flugzeug zur Verfügung stehenden Einbaulänge, aber auch wegen der Gefahr von Kurbelwellenschwingungen, nicht beliebig verlängert werden.
Aus diesem Grunde entstanden die V-und W-Motoren. Die Zylinder wurden auf zwei oder drei Reihen verteilt.
Bei den V8-Motoren waren die Zylinderreihen in der Regel um 90 Grad zueinander angeordnet, um eine regelmässige Zündung zu erreichen.
Noch mehr Zylinder führten zum W-Motor mit drei Viererreihen. Diese breiten Motoren hatten aber grosse Stirnflächen an den Flugzeugen und damit einen grossen Luftwiderstand zur Folge. Deshalb wurden dann bei den 12-Zylinder-Motoren zwei Reihen zu sechs Zylindern mit 60-Grad-Anordnung gewählt.

Die Sternmotoren

Schon im Ersten Weltkrieg wurden vereinzelt luftgekühlte Sternmotoren gebaut und verwendet, doch vorerst nur mit kleinen Leistungen.
Mit dem 1918 erschienen englischen Bristol-«Jupiter»-Motor wurden die Vorteile dieser Bauart voll erkannt.
Der Sternmotor war leicht, robust und zuverlässig. Das defektanfällige Kühlsystem fiel weg. Der Treibstoff- und der Schmierstoffverbrauch waren nicht grösser als bei den wassergekühlten Standmotoren.
Durch die Lizenz-Vergabe des englischen «Jupiter»-Motors an praktisch alle Flugmotoren bauenden Länder fand dieses Muster beziehungsweise diese Bauart eine grosse Verbreitung. Es entstanden in der Folge in fast allen Ländern viele vom «Jupiter» inspirierte Motoren, zum Teil in zweireihiger Anordnung als 14- und 18-Zylinder-Sternmotoren und sogar ein viersterniger 28-Zylinder-Motor.

Die ganz starken Motoren

Im Flieger Flab Museum Dübendorf sind wir besonders stolz auf einige der stärksten je gebauten luft- und wassergekühlten Motoren. Es sind wahre Wunderwerke der Technik und das Produkt jahrelanger und kostspieliger Entwicklungen.

Diese grössten Leistungen wurden unter anderem durch Volumenvergrösserung erreicht, aber ebenso trugen dazu bei:

- Die Erhöhung der Ladedrücke mit einstufigen- und zum Teil mit zweistufigen Ladern mit Zwischenkühlern.
- Die Verbesserung der Gemischbildung durch Direkteinspritzung oder Einspritzung vor dem Ladeluftgebläse. Damit wurde eine gleichmässigere Gemischverteilung in den Zylindern und damit ein gleichmässigerer Verbrennungsablauf erreicht.
- Die Verbesserung der Treibstoffe durch Zusätze erlaubten die Erhöhung der Verbrennungsdrücke ohne Klopferscheinungen.
- Die Ausnützung der Abgasenergie zum Antrieb der Ladeluftgebläse. Dadurch stand die sonst für den Antrieb der Lader benötigte Leistung zusätzlich zur Verfügung.
- Hoch komplizierte Kommandogeräte für die optimale Einstellung sämtlicher Bedienungsgeräte und damit für einen optimalen Wirkungsgrad des Motors.

Die Flugmotoren der Schweiz

Die Schweiz hatte einen kleinen Bedarf an Flugmotoren. Dazu kommt, dass unsere Industrie kaum jemals Aussicht gehabt hätte, Flugmotoren ins Ausland zu verkaufen. Dort bestanden hoch entwickelte Flugmotorenindustrien, welche grosse Serien produzierten und deshalb auch grosse Betriebserfahrung mit einem Modell gewinnen konnten.
Um über die modernsten Motorenmodelle zu verfügen, hätten im Inland immer nur kleine Serien produziert werden können.

Ein weiterer Nachteil gegenüber dem Ausland war – und ist immer noch – dass die Eidgenossenschaft für Rüstungsgüter keine Entwicklungen in Auftrag gibt und finanziert. Die Firmen müssen die ganze Entwicklungsarbeit selbst tragen, mindestens so lange, bis ein Rüstungsgut den Beweis der Übereinstimmung mit den Bedürfnissen der Armee erbringt und in Serie bestellt wird.

Gebrüder Dufaux Genf

Von 1906 bis 1908 bauten die Gebrüder Dufaux diesen 10-Zylinder Gegenkolbenmotor für ihr selbst entwickeltes Flugzeug.

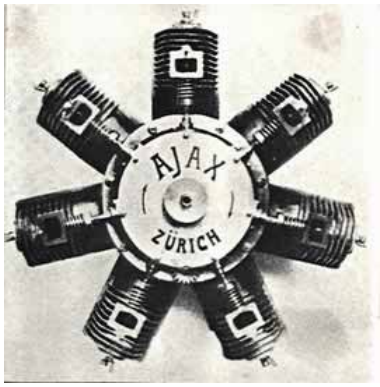
Der Motor leistete 120 PS und wog 85 kg (0,7 kg/PS). Er wurde am Pariser Automobilsalon viel bestaunt. Aber offenbar waren die Gebrüder Dufaux so sehr mit ihrem Flugzeug beschäftigt, dass sie die Weiterentwicklung ihres Motors vernachlässigten. Er erwies sich in der Konstruktion als zu schwach und das Flugzeug machte Bruch.

Kurbelwelle, Zylinder und Steuerorgane sind in einem Stahlrohr-Rahmen gelagert. Ein Pleuel betätigt die Kolben zweier hintereinander und auf gleicher Achse liegender Zylinder. Eine Einspritzpumpe fördert das Benzin in den Ansaug-Ventilraum.

Der Motor ist im Verkehrshaus der Schweiz in Luzern ausgestellt.

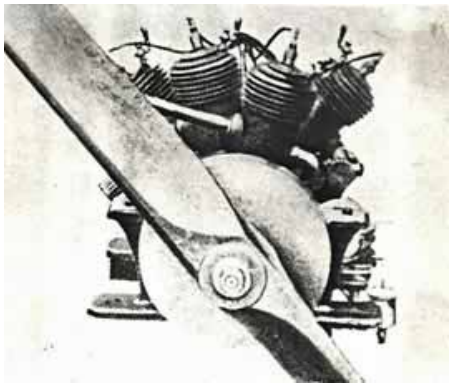
Die Automobilfabrik Ajax in Zürich

Ajax entwickelte einen 7-Zylinder-Sternmotor von 50 PS (1,6 bis 1,8 kg/PS). Die Firma versprach sich mit dieser Anordnung der Zylinder einen ruhigeren Lauf, musste aber schon bei den ersten Schwierigkeiten einsehen, dass die Serienreifmachung ihre Kräfte überstieg.



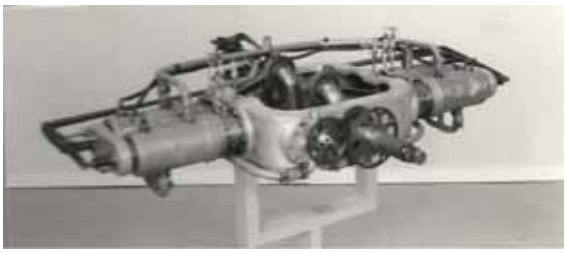
Maschinenfabrik Müller Vogel,
St Aubin

Die Firma entwickelte, offenbar auf Anregung des Piloten Failloubaz, einen Vierzylindermotor in Fächerform von 20/30 PS und 75 kg (2,5 kg/PS).
Doch auch hier fehlten die Mittel, um das Vorhaben zu Ende zu führen.



Die einzige leistungsfähige Firma, welche ernsthaft in den Flugmotorenbau einstieg, war die **Werkzeugmaschinenfabrik Oerlikon.**

Mit ihrem Vierzylinder-Boxermotor von 50/60 PS und einem Gewicht von 75 kg war die Firma etwas erfolgreicher als die oben erwähnten Unternehmungen.
Der Motor wurde in einer kleinen Serie von 14 Exemplaren gebaut und ein Teil davon ins Ausland verkauft. (Siehe die nachfolgende Detailbeschreibung).

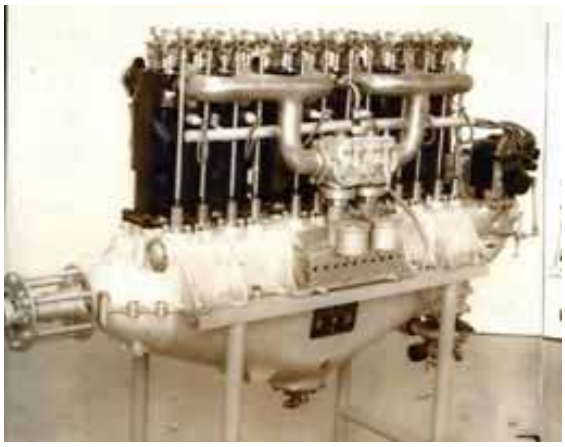


Damit scheiterten alle vier Versuche gleich im Anlauf.

Die Schweiz hatte zu jenem Zeitpunkt schon eine hoch entwickelte Maschinenindustrie, aber die schweizerischen Firmen waren nicht stark genug, um mit den ausländischen Firmen zu konkurrieren, oder es fehlten der Mut und die Weitsicht, es zu versuchen.

Im Ersten Weltkrieg, als unsere Fliegertruppe Flugmotoren für die in der Schweiz gebauten Flugzeuge benötigte, aber solche im Ausland nicht mehr erhältlich waren, wurde eine eigene Flugmotorenindustrie aufgebaut.

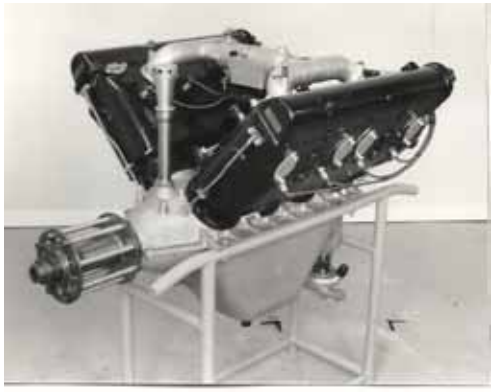
Die Firmen **Schweizerische Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur und Gebrüder Bühler Uzwil** bauten den 1912 bei Argus in Berlin entwickelten Flugmotor AS-II in Lizenz. (Siehe die nachfolgende Beschreibung)**.** Dieser Motor wurde während vieler Jahre in unseren Wild- und DH-3-Flugzeugen verwendet.



Die Firma **Adolph Saurer AG in Arbon** machte im Auftrag der Kriegstechnischen Abteilung den Nachbau des Flugmotors Hispano-Suiza HS-41. Dieser stammte aus einem in der Schweiz notgelandeten französischen Flugzeug. Lizenzunterlagen waren nicht erhältlich.

Trotzdem leitete dieser Motor eine jahrelange enge Zusammenarbeit mit der Firma Hispano-Suiza ein.

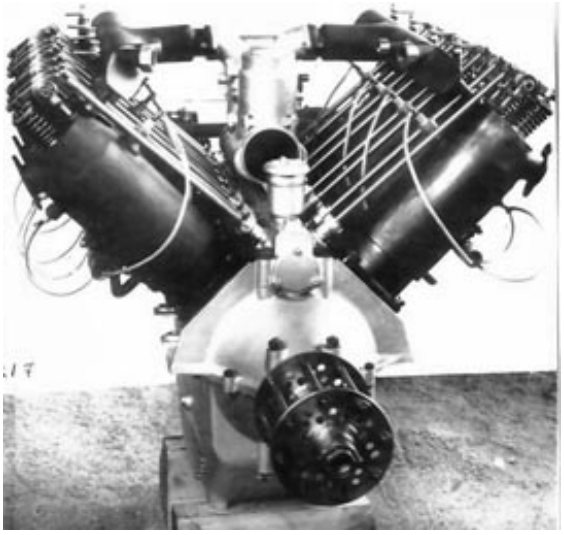
Der Motor hat dann während dreier Jahrzehnte beste Dienste in unserm Schulflugzeug DH-3 geleistet.



Damit waren sowohl bei der **Schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur** als auch bei der **Adolph Saurer AG Arbon** die Voraussetzungen gegeben, eigene Entwicklungen anzugehen.

Die Kriegstechnische Abteilung suchte nun stärkere Nachfolgemotoren für die Typen AS-II und HS-41.

Die **Schweizerische Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur** hatte in der Zwischenzeit ihren Typ LFW, V8, 160 PS-Motor entwickelt und konnte dann diesen während Jahren in verschiedenen Versionen fabrizieren.
(Siehe die nachfolgenden Beschreibungen)



Saurer war zu jener Zeit noch voll mit dem Nachbau der HS-41 beschäftigt, entwickelte aber nebenbei einen 12-Zylinder-V-Motor des Typs «AF». Dieser Motor war am Ende des Ersten Weltkriegs einsatzbereit. Die Weiterentwicklung wurde aber mangels Krediten aufgegeben.

Ab Ende der 1920-er-Jahre, als der Lizenzbau der Hispano-Suiza-Motoren in der Schweiz aufgenommen wurde, entwickelte sich zwischen den beiden Firmen während Jahrzehnten eine ausserordentlich gute Zusammenarbeit.
Die beiden Firmen produzierten miteinander sechs verschiedene Hispano-Motoren in verschiedenen Versionen von 150 bis 1500 PS in mehr als 600 Exemplaren.
Die Zusammenarbeit hatte mit dem Nachbau des Flugmotors HS-41 begonnen und endete mit der Gemeinschaftsproduktion des Typs YS-2 im Jahre 1947.

Zusammenfasend muss festgestellt werden, dass alle Anläufe, eine eigenständige Motorenindustrie in der Schweiz aufzubauen, nicht gelangen.
Der Eigenbedarf liess keine grossen Serien zu. Zudem war wohl auch das Ingenieurpotenzial zu klein.
Anderseits ist es aber doch erfreulich, dass in den beiden Weltkriegen, als die Bezugsquellen im Ausland «versiegten», die schweizerische Industrie in der Lage war, unseren Bedarf zu decken.

Wer waren die Männer, welche den schweizerischen Motorenbau förderten?

Der Lizenzgeber

Der Konstrukteur der Hispano-Motoren war ein Schweizer, **Marc Birkigt** (*1878 † 1953). Er war Schüler der École des Arts et Métiers in Genf.
Mit der Firma Hispano-Suiza unterhielt die Schweiz währen vieler Jahre ganz enge Beziehungen.

Die Erbauer

Bei der Schweizerische Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur war es Oberingenieur **Hermann Heusser**, welcher die Verantwortung für den Flugmotorenbau hatte.

Bei der Firma Saurer Arbon leitete während dreier Jahrzehnte Oberingenieur **Hermann Wild** die Flugmotorenabteilung.

Die Besteller

Bei der Kriegstechnischen Abteilung war **Major Hans Rüetschi** zuständig für die Motorenproduktion und die Verbindung zu den Firmen.

Der Benützer

Oberst Karl Högger war technischer Chef bei der Direktion der Militärflugplätze.

Die Flugmotoren der Schweiz

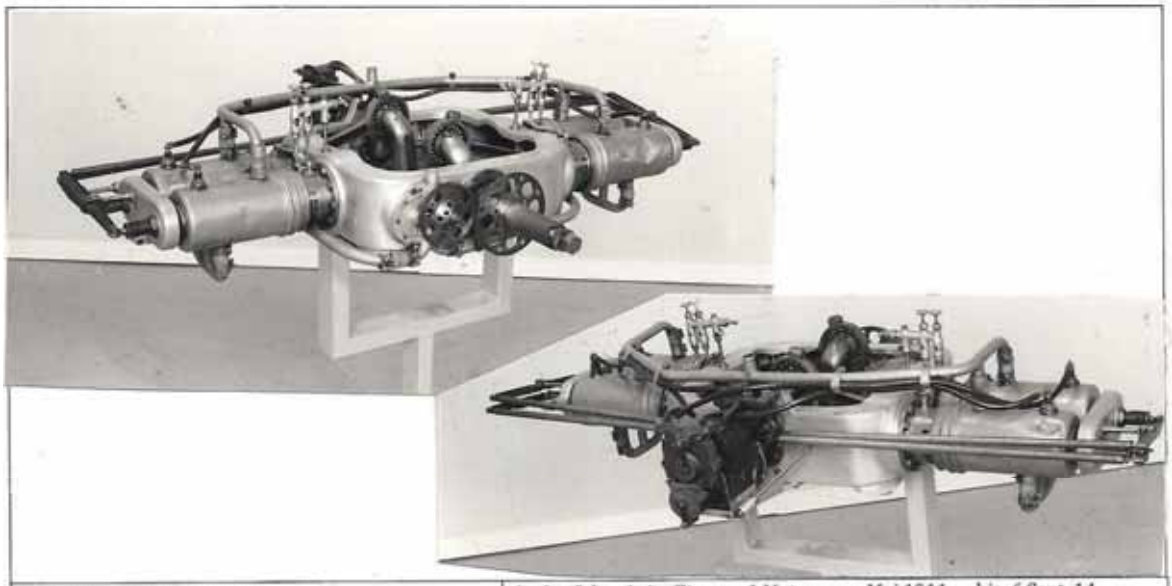
		Seite
Oerlikon	50/60 PS	9
Maschinenfabrik Oerlikon	Ce Mü/10R (Prototyp)	
Schweizerische Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur	LFW 160 (Prototyp)	
Schweizerische Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur	LFW I	
Schweizerische Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur	LFW II	
Schweizerische Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur	LFW III	
Schweizerische Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur	LFW 300 (Prototyp)	
Schweizerische Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur	LFW IV	
Adoph Saurer AG Arbon	AF (Prototyp)	
Adoph Saurer AG Arbon	FLB 1000 (Prototyp)	
Adoph Saurer AG Arbon	YS 2	11
Adoph Saurer AG Arbon	YS 3	

Flugmotoren, die im Flieger Flab Museum Dübendorf ausgestellt sind.

Datenblätter in der vorliegenden Zusammenfassung

Wer sich für weitere Datenblätter interessiert wende sich an das Flieger Flab Museum Dübendorf oder konsultiere die Vollversion des Buches, welche einen Umfang von 269 Seiten aufweist.

Baumuster: 50 PS,Oerlikon Entwicklungsfirma: SWO Land:Schweiz



Entwicklungsjahr: 1909
Herstellerfirma: Schweiz. Werkzeugmaschinen-Fabrik, Oerlikon

Baujahr: Ab 1910

Bauart:
Form: 4-Zylinder Flachmotor (Boxer)
System: 4-Takt, Vergaser, Langhubig
Kühlung: Wasser
Aufladung: -
- Antrieb: -
Untersetzung: -
- Getriebeart: -

Leistung	Drehzahl Pro Min	KW/PS	Lade-druck
- Nennleistung	1000	36,7/50	-
- Start--& Notleistung			
- Max Dauerleistung	1200	44/60	
- Volldruckhöhe			

Zylinder

- Anzahl: 4-einzel)
- Bohrung : 100) 6,28_Liter= 7,96 PS/Ltr
- Hub: 200)
Kompression: ?

Gewicht: trocken 80 kg 1,6 Kg/PS

Abmessung Länge: 1,02
Breite: 1,48
Höhe: 0,26

Betriebsstoffe: 2 „Gudel" Verdaser,direkt am Zyl.
- Treibstoff: Benzin
- Schmierstoff: Rizinusöl
- Kühlstoff: Wasser

Anlasser: Anwerfen von Hand

Quelle: Dokumentation schweiz. Werkzeugmaschinenfabrik Oe,Jubiläumszeitschr. 50 J

In der Schweiz im Einsatz :1 Motor von: Mai 1911 bis: 6.Sept. 14

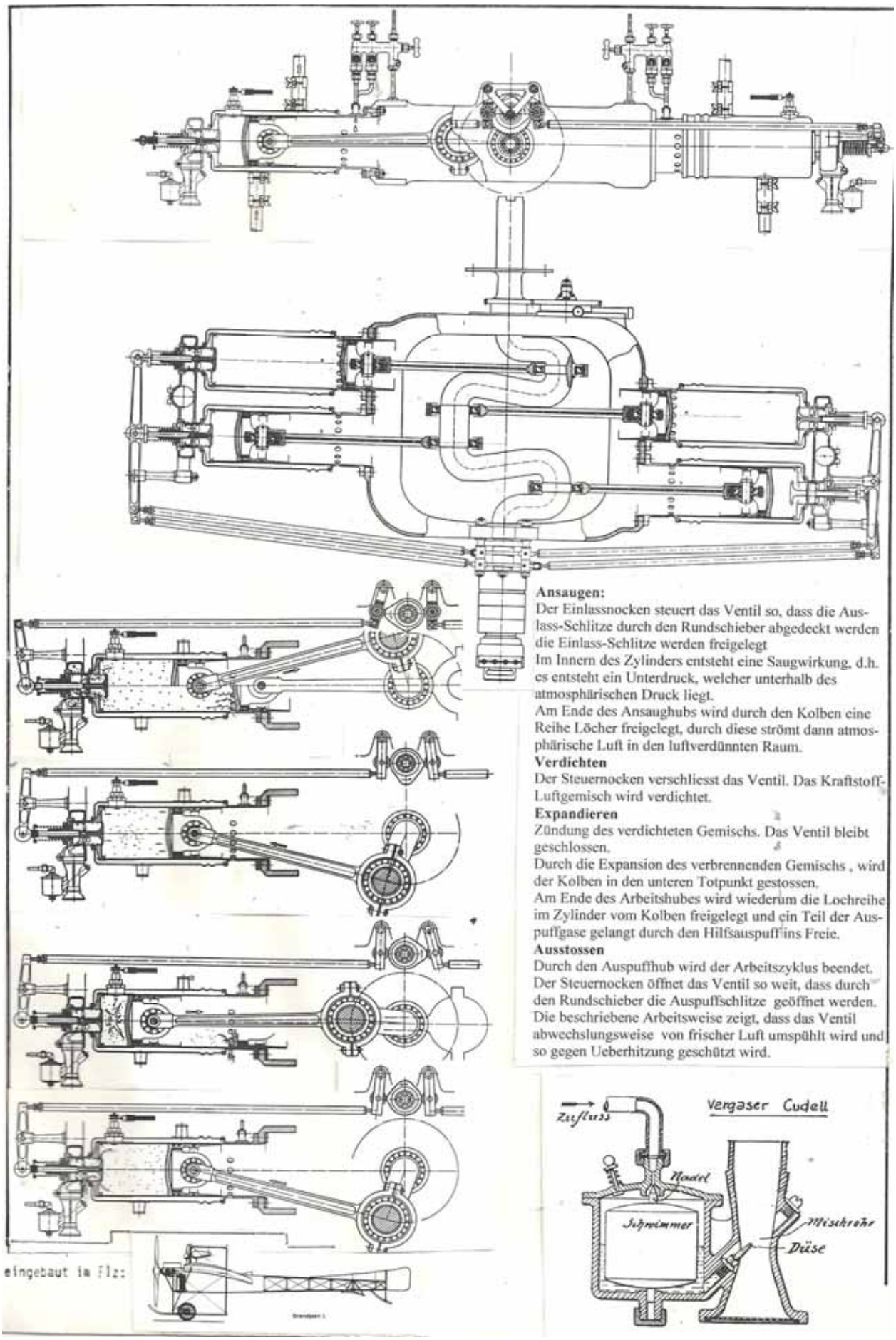
Während die meisten Motoren in jener Zeit aus Automobil- und Bootsmotoren hervorgegangen sind, wurde der Oerlikon-Motor von Haus aus als Flugmotor konstruiert. Es fanden dabei ganz beachtliche Kon-struktions -Details Anwendung, welche zum ruhigen Lauf und zum kleinen spezifischen Gewicht beitrugen.

- -offene Bauweise, kein Kurbelgehäuse zur Gewichts-Ersparnis
- -Dreifach gekröpfte Kurbelwelle aus Rundstahl mit Kugellagern.
- -Allgemeine Verwendung von Kugellagern
- -Zylindere aus Stahl, (kein Guss), am Hubende geloch (Hilfsauspuff und Lufteinlas
- -Pro Zylinder nur 1 Ventil (kombiniert Ein-und Auslass), dank einem Rundschieber auf dem Ventilschaft und den 2-fachen Nocken mit ungleichem Hub. In der konzent-rischen Ventilkammer werden die Oeffnungen ab-wechselnd freigegeben. Das Frischgas kühlt das erhitzte Ventil.
- -Magnetzünder mit Vorrichtnug für kräftigen Zünd-funken beim Anlassen, sowie automatische Nach-zündung
- -Dosierte Oelschmierung der Kolben (Tropföler)

Es wurden 14 Motoren gebaut und verkauft und schrieben aviatische Geschichte.
Einer davon ging nach Ungarn. Hier der Bericht eines Piloten.

Telegramm — Telegramme — Telegramme
Budapest
Dubil Oerlikon
Mein Monoplan "Flog" gestern 1140 km ueberland ungarischer record ihr Motor arbeitete gut
Z. Szekely
Flog

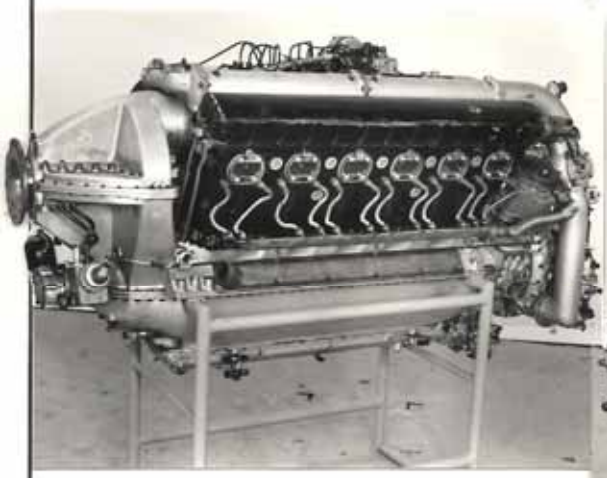
Ausgestellt im: Museum Dübendorf


Ansaugen:
Der Einlassnocken steuert das Ventil so, dass die Auslass-Schlitze durch den Rundschieber abgedeckt werden die Einlass-Schlitze werden freigelegt
Im Innern des Zylinders entsteht eine Saugwirkung, d.h. es entsteht ein Unterdruck, welcher unterhalb des atmosphärischen Druck liegt.
Am Ende des Ansaughubs wird durch den Kolben eine Reihe Löcher freigelegt, durch diese strömt dann atmosphärische Luft in den luftverdünnten Raum.
Verdichten
Der Steuernocken verschliesst das Ventil. Das Kraftstoff-Luftgemisch wird verdichtet.
Expandieren
Zündung des verdichteten Gemischs. Das Ventil bleibt geschlossen.
Durch die Expansion des verbrennenden Gemischs , wird der Kolben in den unteren Totpunkt gestossen.
Am Ende des Arbeitshubes wird wiederum die Lochreihe im Zylinder vom Kolben freigelegt und ein Teil der Auspuffgase gelangt durch den Hilfsauspuff ins Freie.
Ausstossen
Durch den Auspuffhub wird der Arbeitszyklus beendet.
Der Steuernocken öffnet das Ventil so weit, dass durch den Rundschieber die Auspuffschlitze geöffnet werden.
Die beschriebene Arbeitsweise zeigt, dass das Ventil abwechslungsweise von frischer Luft umspühlt wird und so gegen Ueberhitzung geschützt wird.
eingebaut in Flz:
Vergaser Cudell
Zufluss
Nadel
Schwimmer
Mischrohr
Düse

3)

BAUMUSTER: VS 2 ENTWICKLUNGSFIRMA: Adolf Saurer LAND: Schweiz

D 20342 a D 20342 b



Entwicklungsjahr 1942–44
Herstellerfirma Adolf Saurer, AG, Arbon und schweiz. Lokomotiv- u. Maschinenfabrik, Winterthur
Baujahr Ab 1944

BAUART
Form 12-Zylinder V60° Reihenmotor, stehend
System 4-Takt, Einspritzpumpe
Kühlung Flüssigkeit
Aufladung einstufiges Radialgebläse
- Antrieb 1:8,96
Untersetzung 1,64:1
- Getriebeart Stirnradgetriebe

LEISTUNG	U/min	kW (PS)	kg Lader
- Nennleistung	2500	1234 (1700)	930
- Start- u. Notleistung	2600	956 (1300)	1050
- Max Dauerleistung			
- Volldruckhöhe 5500	2500	919 (1250)	930

ZYLINDER
- Anzahl 12, 2 Blocke à 6
- Bohrung 150
- Hub 170
36 Liter = 31,1 P./Ltr
Kompression 6,85

Gewicht trocken kg 685 Kg/PS 0,61
Abmessg Länge 2,00 m
Breite 0,74 m
Höhe 1,05 m

BETRIEBSSTOFFE Einspritzpumpe „Saurer"
- Treibstoff Benzin 100/130 gr/PS/h 250
- Schmierstoff Mineralöl gr/PS/h
- Kühlstoff Wasser/Glykol 30 Ltr

ANLASSER Druckluft mit rot. Verteiler

QUELLE Techn. Beschreibg „VS2" SBZ 1947 No 5

In der Schweiz im Einsatz 48 Motoren von: 1947 bis: 1956

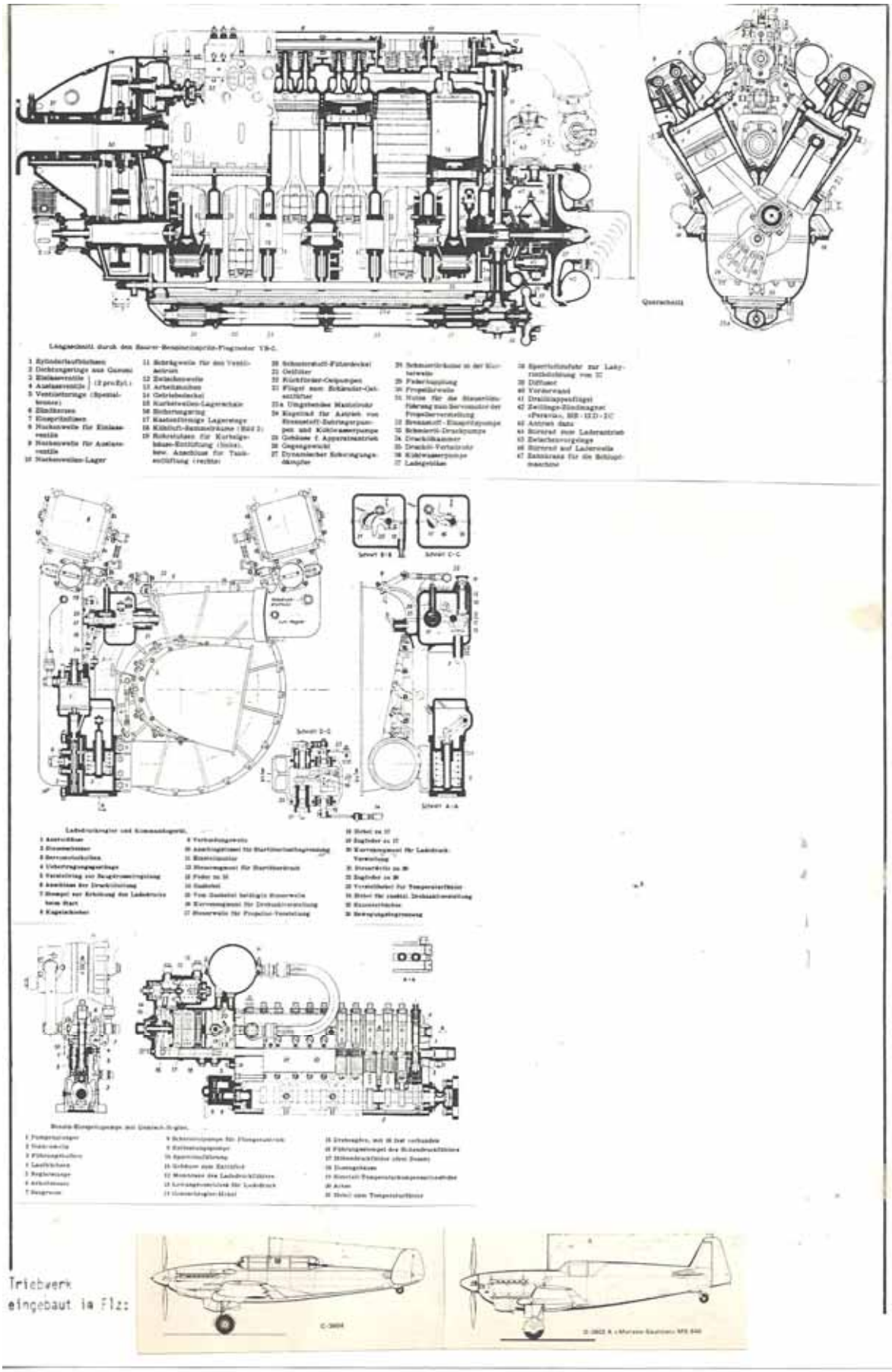
Nach dem Auslaufen der Fabrikation der D 3801- und C 3603-Serien wurde deren Weiterentwicklung zum D 3802 bzw. C 3604 vorangetrieben, für beide Flugzeugmuster wurden stärkere Motoren benötigt. So erteilte die Kriegstechnische Abteilung der Firma Saurer einen entsprechenden Auftrag für den VS2.

Kurzbeschreibung in Stichworten
- Zylinderlaufbüchsen aus nitriertem Stahl
- Über jedem Zylinderblock zwei hohle Nockenwellen, die eine für Einlass- die andere für Auslassventile. (Pro Zylinder je zwei, also im ganzen vier Ventile).
- Auslassventile teilweise mit Natrium gefüllt zur Verbesserung der Wärmeleitung (schmilzt bei + 80 °C).
- Kolben mit je 4 Kolbenringen, der unterste dient als Oelabstreifring.
- Kolbenbolzen schwingend ausgebildet.
- Kurbelwellenlager: Mit Bleibronce ausgegossene Stahl-Lagerschalen.
- Kurbelwelle sechsfach gekröpft, läuft in acht Gleitlagern, jede Kurbelwange trägt ein zweiteiliges Gegengewicht. Die Massen des Motors mit seinen sechs zur Motorachse symmetrisch angeordneten Kurbeln sind dynamisch vollständig ausgeglichen; der Motor läuft ohne Gegengewichte ebenso ruhig. Dagegen entlasten die Gegengewichte sehr beträchtlich die Hauptlager. In der hintersten Kurbelwange ist ein dynamischer Schwingungsdämpfer eingebaut.
- Pleuelstangen gegabelt, Lagerschalen-Laufbahnen mit Bleibronce ausgekleidet.
- Treibstoff-Einspritzanlage.
- Einstufiger, einflutiger Lader mit Druckregler und Kommandogerät.
- Zwölfzylindriger Zwillings-Zündmagnet "Peravia" Typ MB-12D-2C.
- Kerzen und Kabel mit Funkschutz vollständig abgeschirmt.

Betriebsverhalten und Weiterentwicklung

Die Abklärung von Anfangsschwierigkeiten war durch die Vielfalt der Probleme und ihr gegenseitiges Übereinandergreifen sehr erschwert. Sie liessen sich im wesentlichen beschränken auf: Magnet, Kabelwanne, Kerzen, Ventile, schlechte Treibstoffqualität. Weitere Schwierigkeiten ergaben sich infolge Ueberhitzungen, die vor allem an Auslassventilen auftraten. Auch Kolbenbolzenbrüche traten auf.
Wie man später erfuhr, hatten die grossen Konstruktionsfirmen der kriegführenden Staaten mit genau denselben Schwierigkeiten zu kämpfen. Sie verfügten jedoch naturgemäss über ungleich grössere Mittel für Forschung un Entwicklung, über eine sehr viel breitere Basis für die Materialbeschaffung und über hervorragende Treibstoffe von hoher Klopffestigkeit.
Sobald wieder guter Treibstoff, englische Steinkerzen (anstelle von Glimmerkerzen) und das englische Ventilschutzmaterial Grightray zur Verfügung standen, konnten die festgestellten Schwierigkeiten zum Verschwinden gebracht und die Homologierung des Motors VS-2 mit 1300 PS Startleistung unter den schweren, vertraglich festgelegten Abnahmebedingungen anstandslos durchgeführt werden.

Ausgestellt in: Dübendorf


Querschnitt
Triebwerk
eingebaut in Flz:

Die deutschen Flugmotoren

In Deutschland wurden schon früh (ab ca. 1900) Motoren für Luftschiffe gebaut. Flugmotoren wurden jedoch erst ab 1908/09 vereinzelt durch die Firmen Alder, Argus, Daimler, Körting und NAG entwickelt und gebaut.

Hauptsächlich durch ein Preisausschreiben des Privatmannes Lanz setzte dann eine rasche Ausbreitung des Flugmotorenbaus ein.

Mit der Ausschreibung des 2. Kaiserpreises im Jahr 1912 trat erstmals der Staat als Motorenkäufer auf.

In den Jahren 1910 bis 1914 versuchten etwa 25 Firmen den Flugmotorenbau, jedoch nur wenige mit Erfolg.

Im Ersten Weltkrieg erfolgte dann eine Konzentration des Flugmotorenbaus auf die Modelle der Firmen Benz, Daimler, BMW, Oberursel und Maybach, welche zu Hauptlieferanten des Heeres wurden.

Nach Aufhebung des am Ende des Ersten Weltkrieges erlassenen Bauverbots für Flugzeuge waren es dann vor allem die Firmen Argus, BMW, Daimler-Benz, Hirth, Junkers und Siemens, welche den Flugmotorenbau wieder aufnahmen. Sie waren im Zweiten Weltkrieg Hauptlieferanten der deutschen Luftwaffe.

Aus dem deutschen Motorensortiment besitzen wir im Flieger Flab Museum in Dübendorf mehr als 20 Motoren und damit einen repräsentativen Querschnitt durch den deutschen Flugmotorenbau.

Die deutschen Flugmotoren

		Seite
Argus	AS 70	
Argus	AS II	15
Argus	AS III	
Argus	AS 10 E/3	
Argus	AS 410 A2	
Argus	AS 411 TA	
Benz	Bz IV	
Bayerische Motoren Werke	BMW IIIa	
Bayerische Motoren Werke	BMW IV	
Bayerische Motoren Werke	BMW VI	
Bayerische Motoren Werke	BMW 132 A/3	
Bayerische Motoren Werke	BMW 801	
Daimler	D I	
Daimler	D III	
Daimler	D IIIavü	
Daimler	D Iva	
Daimler-Benz	DB 601 Aa	
Daimler-Benz	DB 601 E1	
Daimler-Benz	DB 605 B1	
Daimler-Benz	DB 603	
Hirth	HM 504 A2	
Hirth	HM 500	
Hirth	HM 508 D	
Junkers	Jumo 210 D	
Junkers	Jumo 211 B	
Junkers	Jumo 213	
Maybach	Mb IV	
Maybach	Mb Iva	
Oberursel	U I	
Oberursel	UR II	
Rheinische Aerowerke	RAW 100	
Siemens	Sh IIIa	
Siemens	Sh 14 A4	
Siemens	Bramo 323 "Fafnir"	17

Flugmotoren, die im Flieger Flab Museum Dübendorf ausgestellt sind.

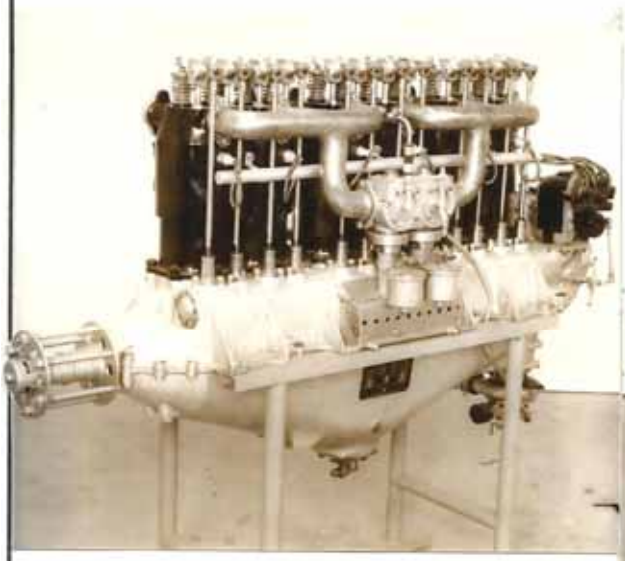
Datenblätter in der vorliegenden Zusammenfassung

Wer sich für weitere Datenblätter interessiert wende sich an das Flieger Flab Museum Dübendorf oder konsultiere die Vollversion des Buches, welche einen Umfang von 269 Seiten aufweist.

39

BAUMUSTER: AS II — ENTWICKLUNGSFIRMA: Argus-Motorengesellschaft mbH, Berlin-Reinickendorf — LAND: Deutschland

D 20339 a — D 20339 b



Entwicklungsjahr 1912

Herstellerfirma Schweiz. Lokomotivfabr. Winterthur & Gebr. Bühler, Utzwil (in Lizenz)

Baujahr Ab 1913

BAUART

Form 6-Zylinder-Reihenmot. stehend

System 4-Takt, Vergaser

Kühlung Wasser

Aufladung –

- Antrieb –

Untersetzung –

- Getriebeart –

LEISTUNG	min⁻¹	kW (PS)	Ladedr.
- Nennleistung	1400	88,3 (120)	
- Start-½ Notleistung	1460	97 (132)	
- Max Dauerleistung			
- Volltrucknahe			

ZYLINDER

- Anzahl 6
- Bohrung 130
- Hub 140

} 11,1 Liter = 9 PS/Ltr

Kompression 3,7

Gewicht trocken Kg 230 Kg/PS 1,92

Abmessg Länge 1,5 m

Breite 0,48 m

Höhe 0,95 m

BETRIEBSSTOFFE 2 Cudellvergaser mit Kugelrespiratoren

- Treibstoff Benzin gr/PS/h 265
- Schmierstoff Mineralöl gr/PS/h 12
- Kühlstoff Wasser

ANLASSER Anwerfen von Hand, Anlassmagnet.

QUELLE Argus-Betriebsvorschrift 1916 Gilles

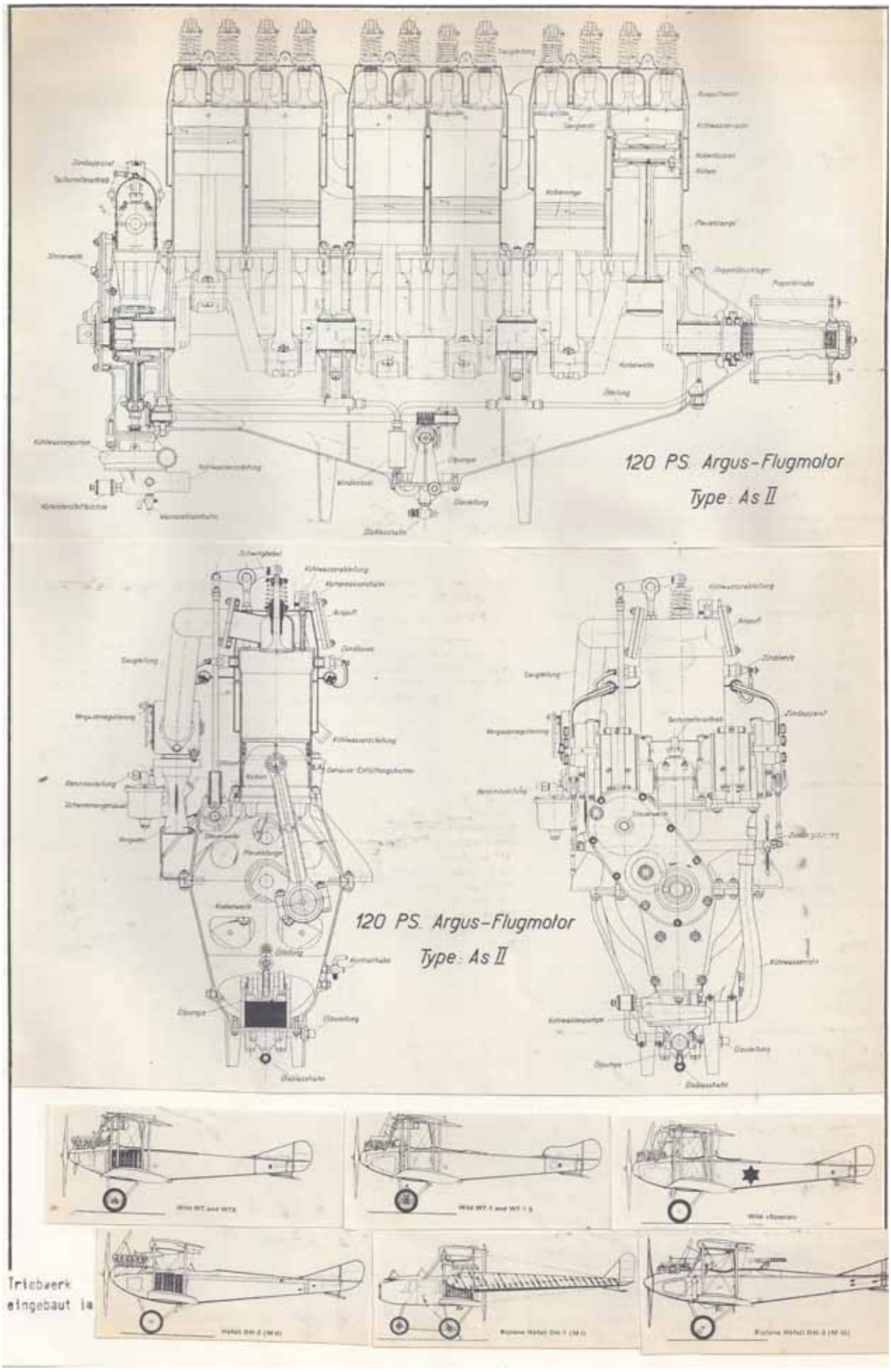
In der Schweiz im Einsatz 77 Motoren* von: 1916 bis: 1934

Der Aufbau des 6-Zylindermotors gleicht demjenigen des 4-Zylinder As-70-Motors, jedoch war der Lauf bedeutend ruhiger.

- Je 2 Zylinder sind in einem Graugusstück gegossen.
- Die Steuerung der offenen Ventile (je 1 Einlass- und 1 Auslassventil) erfolgt von der seitlich unten liegenden Nockenwelle durch Stosstangen und Schwinghebel. Die Stosstangen sind an den oberen Enden mit den Schwinghebeln durch Gabeln und Gelenkzapfen verbunden. An den Schwinghebeln gehärtete Rollen zum Niederdrücken der Ventilschäfte. Die Ventilspieleinstellung erfolgt durch Veränderung der Stosstangenlängen.
- Bemerkenswert sind die oben auf den Zylindern angebrachten Kompressionshahnen. Diese mussten nach mehrmaligen erfolglosen Anlassversuchen geöffnet werden, worauf der Propeller mehrmals langsam durchgedreht wurde um frische Luft in das Innere der Zylinder zu bringen. Dann erfolgte das Einspritzen von Benzin, oder besser Aether, in die offenen Kompressionshahnen. Nach sofortigem Schliessen der Hahnen sprang der Motor besser an.
- Als sich 1915 die Kriegstechnische Abteilung in Bern entschloss, für die Belieferung der schweizerischen Fliegertruppe selbst Flugzeuge zu bauen, dachte man zuerst noch an den Ankauf von ausländischen Motoren. Doch die Fabriken waren ausserstand unserem Land die gewünschte Anzahl abzugeben. An eine eigene Konstruktion war aus Zeitmangel nicht zu denken. So fiel die Wahl auf den Argusmotor.
  Obschon dieser Argusmotor-Typ in grosser Zahl von der Lokomotiv- und Maschinenfabrik (SLM) Winterthur für die Argus-Motorenfabrik in Berlin, bzw. für die Reichsheeresverwaltung gebaut wurde, war die Beschaffung schwierig. Schliesslich konnte man vorerst eine Lieferung von 15 Motoren im Austausch mit Sattlerwaren erreichen. Die weitere Lieferung erfolgte dann zum grössten Teil durch die SLM und eine kleinere Anzahl durch die Maschinenfabrik Gebr. Bühler, Uzwil.

* Argus Motorengesellschaft Berlin 18 Motoren
Lokomotivfabrik Winterthur 46 "
Gebr. Bühler Utzwil 13 "
Total 77 "

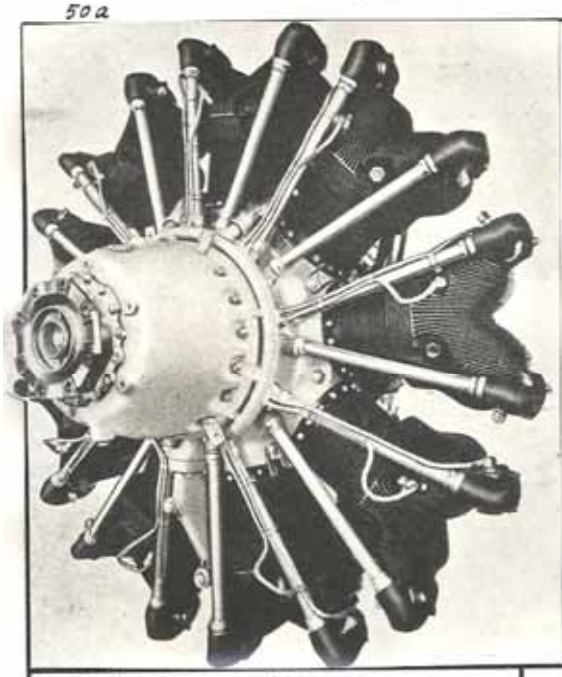
Ausgestellt in: Museum Dübendorf

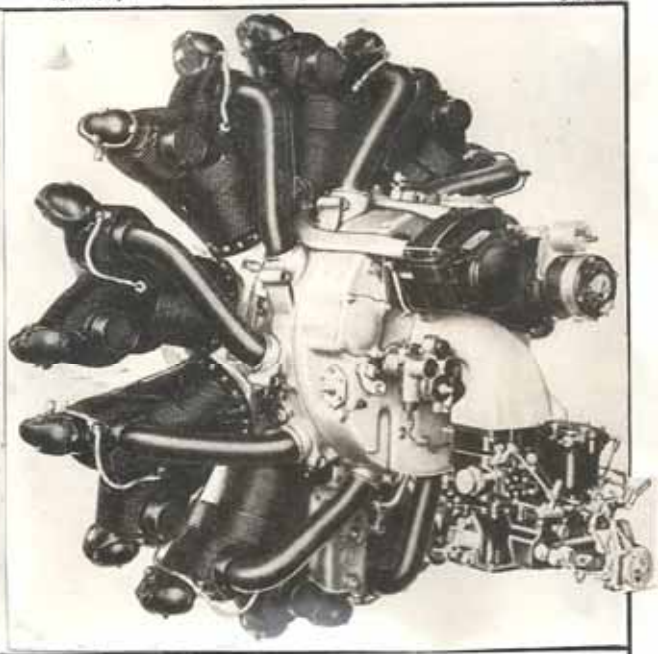

120 PS. Argus-Flugmotor
Type: As II
120 PS. Argus-Flugmotor
Type: As II
Triebwerk
eingebaut in

BAUMUSTER: Bramo 323 „Fafnir" ENTWICKLUNGSFIRMA: Brandenburgsche Motoren GmbH, Berlin-Spandau LAND: Deutschland

Werke, G m b H, Berlin-Spandau

50a 50b





Entwicklungsjahr 1937
Herstellerfirma Humbold-Deutz, Motorenwerke GmbH, Hamburg
Baujahr Ab 1937

BAUART
Form 9-Zylinder, Sternmotor
System 4-Takt, Einspritzmotor
Kühlung Luft
Aufladung 1-stufiges Radialgebläse
- Antrieb Antriebe, 1:9,52 (s. Legende)
Untersetzung 1,61 : 1
- Getriebeart Farmanngetriebe

LEISTUNG	min^{-1}	k.(PS)	Ladedr.
- Nennleistung	2350	617 (840)	
- Start- & Notleistung	2600	735 (1000)	
- Max Dauerleistung	2100	500 (680)	
- Volldruckhöhe 4300	2250	573 (780)	

ZYLINDER
- Anzahl 9
- Bohrung 154
- Hub 160

26,82 Liter = 24,6 PS/Ltr

Kompression 6,4

Gewicht trocken Kg 580 Kg/PS 0,88
Abmessg Länge 1,7 m
Breite ⌀ 1,288 m
Höhe m

BETRIEBSSTOFFE Einspritzpumpe Bosch PZUM 110/112
- Treibstoff Benzin gr/PS/h 215
- Schmierstoff Mineralöl gr/PS/h 5÷12
- Kühlstoff Luft

ANLASSER Schwungkraftanlasser Bosch ALSGC 24/2 RB

QUELLE Gersdorff & Grassmann, Deutsches Museum Luftwissen 1941, Bd 8

Der "Fafnir" ist ein Produkt der BMW-Flugmotorenwerke Brandenburg, die ihrerseits aus einer Tochtergesellschaft von Siemens-Halske, den Brandenburgschen Motorenwerken, hervorgegangen sind. Er ist das Nachfolgemuster des Sh 22 bezw des Sam 322.

Zylinder: Der aus Leichtmetall gegossene Zylinderkopf ist auf der Stahlbüchse warm aufgeschrumpft. Zylinderbüchse und -Kopf haben besonders grosse Kühlrippen, wobei diese im Bereich des Auslassventils tiefer sind, als jene im Bereich Auslassventil.

Ventile & Steuerung: Die Nockenscheibe liegt vor den Zylindern und dreht entgegengesetzt zur Kurbelwelle. Nockenrollen, Stössel und Kipphebel sind vollständig eingekapselt. Die Ventile liegen schräg zur Zylinderachse.

Kolben: Sie sind aus Alum.-Legierung geschmiedet. Der Kolben hat 5 Abdichtringe und 1 Abstreifring.

Kurbelwelle: Diese ist zweiteilig und mit einer Klemmverbindung zusammengebaut. Dies erlaubt einen ungeteilten Hauptpleuel. Am vorderen Ende ist das Antriebsrad des Kegel-Umlaufgetriebes montiert. Die Luftschraubenwelle läuft mit dem hinteren Spurzapfen in der ausgebüchsten Kurbelwelle.

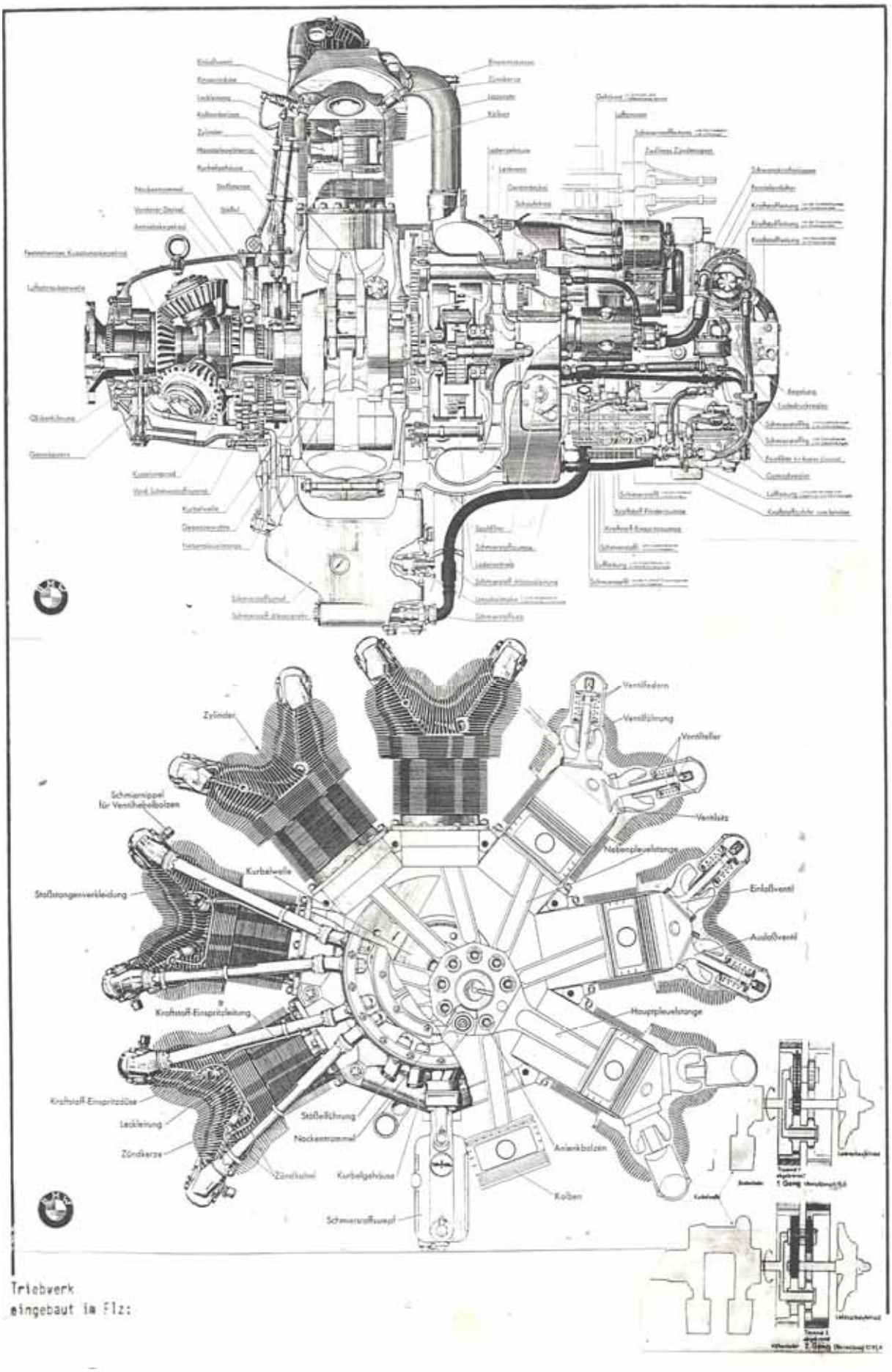
Kurbelgehäuse: Dieses besteht aus 5 Teilen und ist in der Zylinderebene geteilt. Es ist aus Leichtmetall-Legierung geschmiedet.

Gemischbildung: Die ersten Serien waren noch mit Vergasern ausgerüstet, die späteren Serien durchwegs mit Einspritzpumpen.

Lader: Normal besitzt der Motor 1 Laderstufe und eingägiger Antrieb. (C.D.M.T = 9,52 ; A.B.T.Q = 14,4)
Der 323-P, R, N besitzen eine Laderstufe aber sind zweigängig, wobei durch bremsen eines der beiden Sonnenräder der gewünschte Gang eingeschaltet wird. (1:9,6 und 1:12,4)

N und R mit Wasser/Methanol-Einspritzung
S mit Rückstossdüsen

Ausgestellt in: Dübendorf


Zylinder
Ventilfedern
Ventilführung
Ventilteller
Schmiernippel für Ventilhebelbolzen
Ventilsitz
Nebenpleuelstange
Kurbelwelle
Einlaßventil
Stoßstangenverkleidung
Auslaßventil
Kraftstoff-Einspritzleitung
Hauptpleuelstange
Kraftstoff-Einspritzdüse
Stoßführung
Leckleitung
Nockentrommel
Zündkerze
Anlenkbolzen
Zündkabel
Kurbelgehäuse
Kolben
Schmierölsumpf
Triebwerk
eingebaut im Flz:

Die englischen Flugmotoren

Trotz einer vorhandenen und bedeutenden Motorenindustrie begann der Flugmotorenbau in England relativ spät.

Obwohl in den Jahren 1908/1909 die ersten englischen Flugmotoren bereitstanden, bevorzugten die englischen Flugzeugbauer vorerst ausländische, vor allem französische Flugmotoren, welche dann auch in England in Lizenz nachgebaut wurden.

Preisausschreiben privater Personen und später ein Ausschreiben des Kriegsministeriums förderten dann den eigenen Flugmotorenbau gewaltig.

Mit dem Eintritt Englands in den Ersten Weltkrieg wurde eine leistungsfähige Motorenindustrie aufgebaut. Es wurden einige hervorragende Motoren produziert, vor allem durch die Firmen Armstrong-Siddeley, Beardmore, Green, Rolls-Royce, Sunbeam und Wolseley.

In der Zwischenkriegszeit entwickelte sich die englische Flugmotorenindustrie zu einer der bedeutendsten und leistungsfähigsten weltweit. Sie brachte während des Zweiten Weltkriegs einige der stärksten Motoren heraus, vor allem durch die Firmen Bristol, Napier und Rolls-Royce.

Die im Flieger Flab Museum Dübendorf vorhandenen sieben englischen Motoren stammen aus der Zwischenkriegszeit und aus der Zeit des Zweiten Weltkriegs.

Leider fehlen in der Sammlung ältere englische Motoren.

Die englischen Flugmotoren

		Seite
Alvis	Leonides	21
Armstrong-Siddeley	Puma	
Armstrong-Siddeley	Genet-Major I	
Armstrong-Siddeley	Lynx Mk4	
Bristol	Jupiter MkII	
Bristol	Hercules IV	
Cirrus-Hermes	Cirrus Hermes II	
Napier & Son	Lion I	
Napier & Son	Dagger III	
Napier & Son	Sabre V	
Napier & Son	Nomad	
Rolls-Royce	Eagle (1915)	
Rolls-Royce	Kestrel V	
Rolls-Royce	Merlin 25	
Rolls-Royce	V-1650 (Merlin)	
Rolls-Royce	Griffon	23
Rolls-Royce	Eagle (1947)	

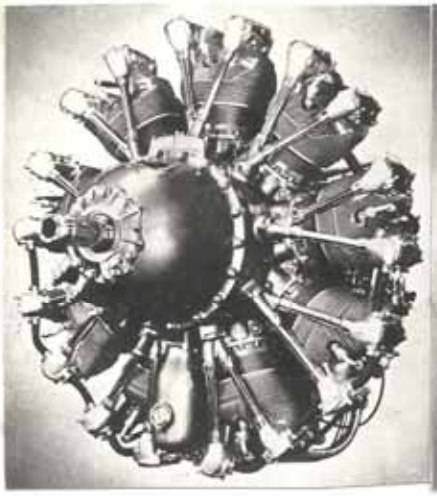
Flugmotoren, die im Flieger Flab Museum Dübendorf ausgestellt sind.

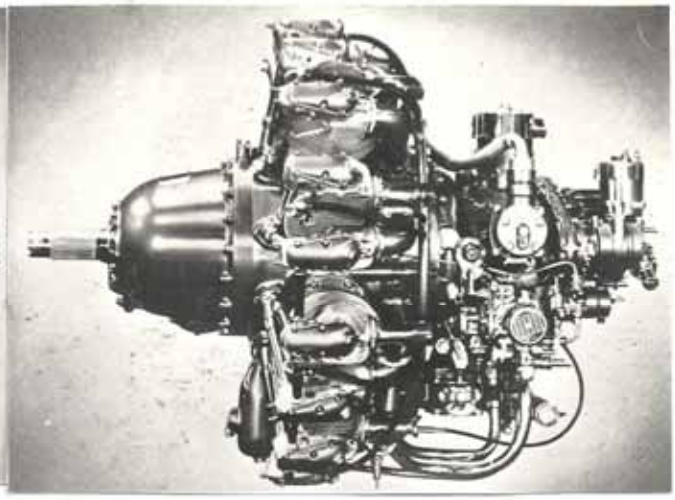
Datenblätter in der vorliegenden Zusammenfassung

Wer sich für weitere Datenblätter interessiert wende sich an das Flieger Flab Museum Dübendorf oder konsultiere die Vollversion des Buches, welche einen Umfang von 269 Seiten aufweist.

BAUMUSTER: Leonides ENTWICKLUNGSFIRMA: Alvis LAND: England

89c





Entwicklungsjahr 1945
Herstellerfirma Alvis, Ltd, Coventry

Baujahr Ab 1945

BAUART
Form 9-Zylinder-Sternmotor
System 4-Takt, Vergaser
Kühlung Luft
Aufladung 1-stufiger Radiallader
- Antrieb 1:6,5
Untersetzung 2:1
- Getriebeart Planetengetriebe (Farmann)

LEISTUNG	min^{-1}	kW (PS)	Ladedr.
- Nennleistung	3000	338 (460)	
- Start- & Notleistung	3000	412 (560)	
- Max Dauerleistung			
- Volldruckhöhe			

ZYLINDER
- Anzahl 9
- Bohrung 122
- Hub 112

} 11,78 Liter = 39 PS/Ltr

Kompression 6,5

Gewicht trocken Kg 342 Kg/PS 0,81
Abmessg Länge 1,321 m
Breite ⌀ 1,054 m
Höhe m

BETRIEBSSTOFFE 1 Vergaser „Hobson" Al
- Treibstoff Benzin 100/130 gr/PS/h 236
- Schmierstoff Mineralöl gr/PS/h 9
- Kühlstoff Luft

ANLASSER „Rotax" C 0251-Elektrostarter mit Handandrehvorrichtung

QUELLE Handbuch: The Alvis-Leonides

In der Schweiz im Einsatz 2 Motoren von: 1959 bis: 1978

Alvismotoren rüsteten das Vermessungsflugzeug "Twin Pioneer" aus. Die anfänglich eingebauten 502/4 wurden schon bald durch den etwas stärkeren 514/8A ersetzt. Da sich beide Motoren gleichen, sind hier die Daten des 514/8A gegeben.

KURBELGEHAEUSE Es besteht aus zwei Leichtmetallguss-Hälften, die in der Zylindermitte getrennt und mit 9 starken Zugschrauben zusammengehalten sind. Durch die Befestigung der Zylinder wird es extrem gut versteift.

KURBELWELLE Sie ist zweiteilig, mit angenieteten Gegengewichten versehen. In jedem Schenkel eine kalibrierte Oelspritzdüse zur zusätzlichen Schmierung der Zylinderwandungen und Kolben. Zwischen den beiden Kurbelwellenhälften ist das Hauptpleuellager gehalten. Kurbelwellenhälften, Kupplungshülse und Hauptpleuellager sind mit Keilverzahnung versehen.

ZYLINDER Zylinderbüchse und Zylinderkopf bilden eine Einheit, vor der Schlussbearbeitung eingeschrumpft. Büchsen nitriert. Ventilsitze aus austenitischem Stahl.

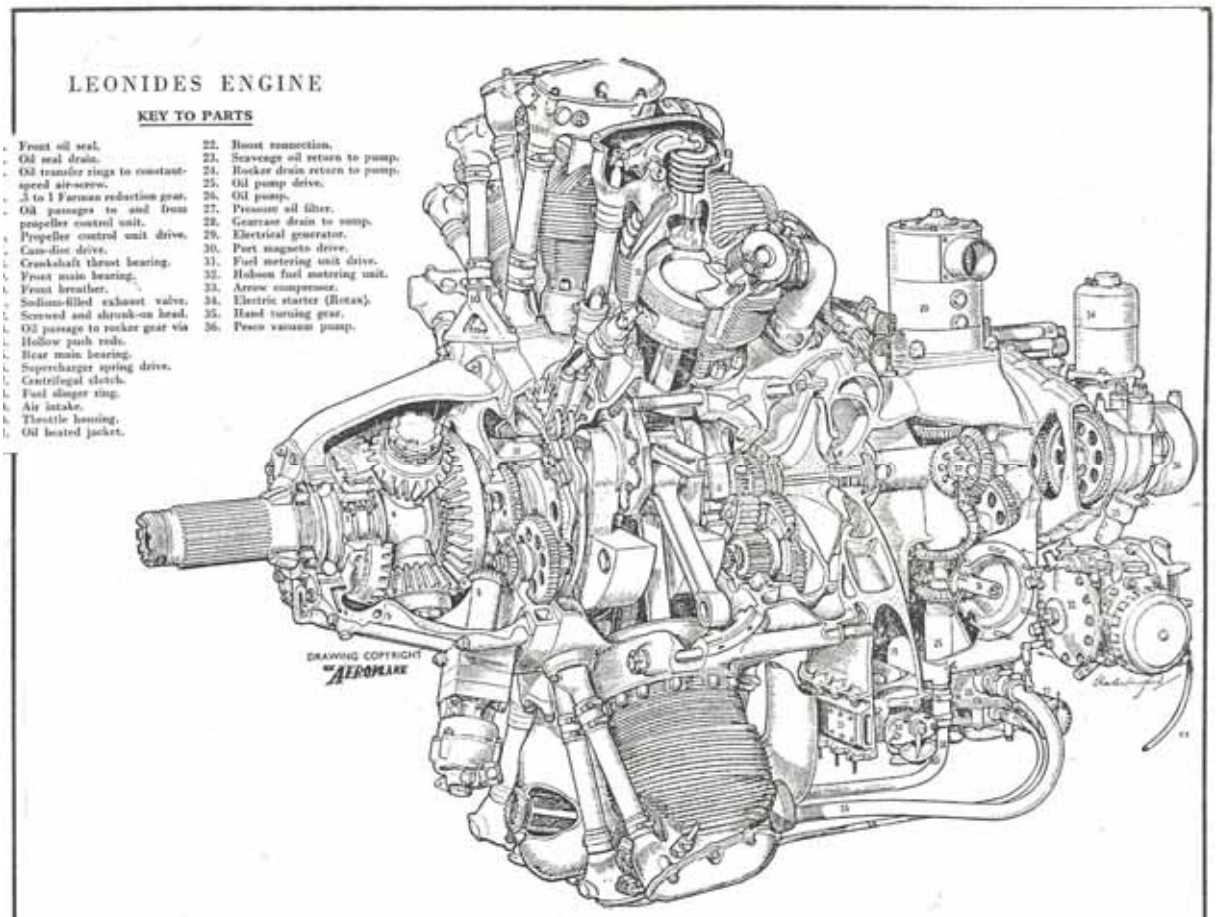
VENTILE Teller von Auslassventil mit Stellitbelag, Ventil innen mit Natrium gefüllt. Betätigung durch je eine Nockenscheibe für die Einlass- und Auslassventile über Stosstangen und Schwinghebelrollen.

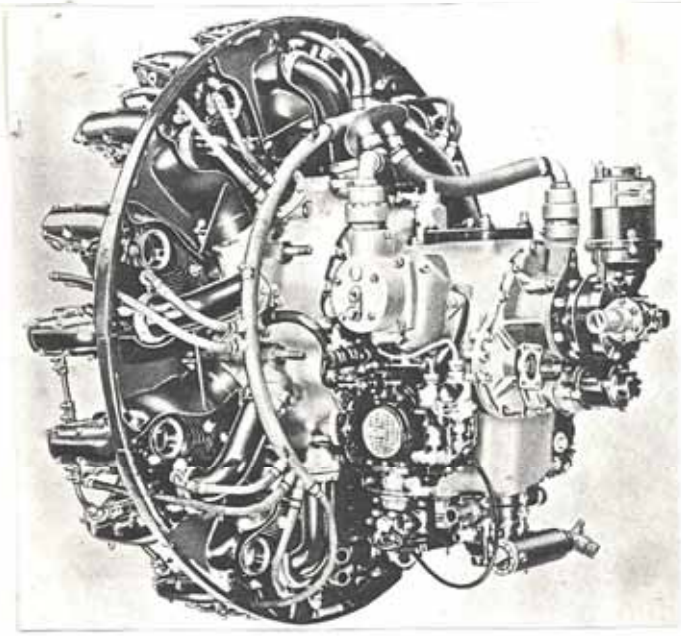
GEMISCHAUFBEREITUNG Der Einspritzvergaser besteht im wesentlichen aus einer Pumpe mittelst der eine genau zugeteilte Menge Treibstoff durch ein Drosselventil in das Auge vom Aufladegebläse geleitet wird. Dort wird der Treibstoff verteilt, durch die Zentrifugalwirkung des Laderrades fein zerstäubt, mit der Ladeluft vermischt und bildet so ein homogenes Gemisch, das den Zylindern zugeführt wird.

VERBESSERUNGEN Der Aufbau der Motoren der 510er Serien ist dem der 500er Serien ähnlich, weist aber verschiedene technische Verbesserungen auf:

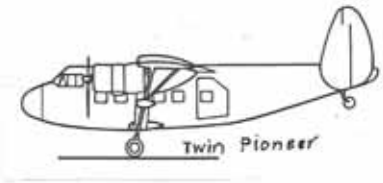
So eine neue Oelpumpe, Sumpf und Leitungen, die die Auswechselbarkeit der Motoren beeinflussen. Andere Verbesserungen sind: Besser behandelte Zylinderbohrungen, die die Verwendung eines Oeles ohne Additive gestatten, in den Zylinderkopf eingeschraubte Anschlüsse um die Befestigung der starren Ablaufleitungen der Schwinghebel- und Stosstangendeckelrohre zu ermöglichen. Weiter ein verbesserter Nockenwellenantrieb, ein federbelasteter Laderantrieb, so wie ein solideres Ladergetriebe.
An der Kurbelwelle ist anstelle der Keilverzahnung eine Riffelverzahnung für die Befestigung der beiden Kurbelwellenhälften, der Kupplungshülse und der Hauptpleuellager.

Ausgestellt in:



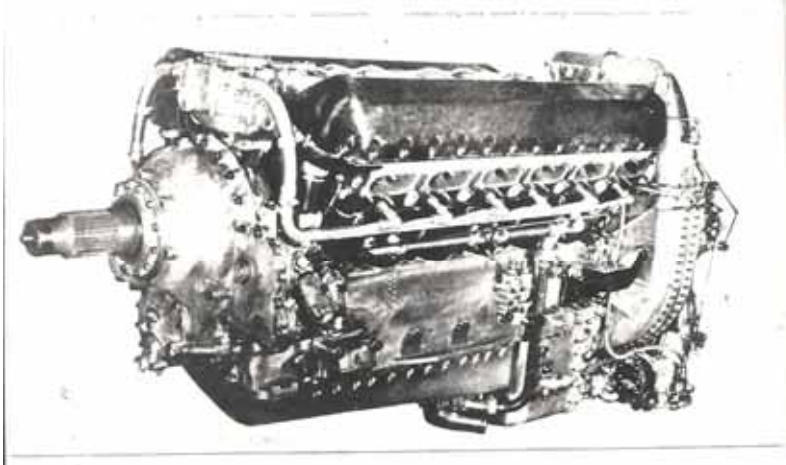


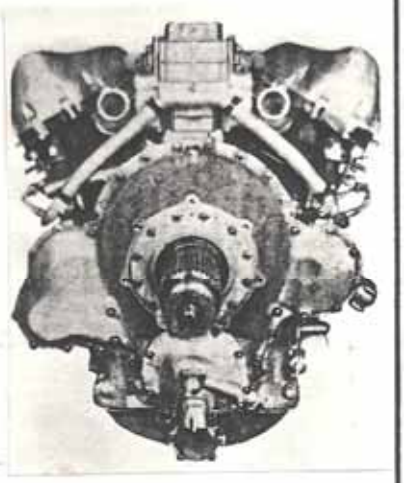
Triebwerk
eingebaut im Flz:



BAUMUSTER: Griffon ENTWICKLUNGSFIRMA: Rolls-Royce LAND: England

77d





Entwicklungsjahr 1942
Herstellerfirma Rolls-Royce, Ltd, Derby
Baujahr ab 1943

BAUART
Form 12-Zylinder-V60°-Reihenmotor stehend
System 4-Takt, Einspritzpumpe
Kühlung Flüssigkeit
Aufladung 2-Stufiges Radialgebläse, Zwischen-
- Antrieb 2-Gänge kühler
Untersetzung 1,96 : 1
- Getriebeart Stirnradgetriebe

LEISTUNG	min^{-1}	kW(PS)	Ladedr.
- Nennleistung	2600	1095(1490)	-
- Start-& Notleistung	2750	1496(2035)	
- Max Dauerleistung			
- Volldruckhöhe 1090 m	2600	1003(1365)	

ZYLINDER
- Anzahl 12, in 2 Blöcken
- Bohrung 152,4 } 36,7 Liter = 40,6 PS/Ltr
- Hub 167,6 }
Kompression 6

Gewicht trocken Kg 948 Kg/PS 0,64
Abmessg Länge 2,057 m
Breite 1,143 m
Höhe 0,749 m

BETRIEBSSTOFFE erste Serien Vergaser „Rolls-R-Bendix" später „Einspritzpumpe „Rolls-Royce"
- Treibstoff Benzin gr/PS/h
- Schmierstoff Mineralöl gr/PS/h
- Kühlstoff Wasser/Glycol 70/30

ANLASSER Patronenstarter „Coffmann"

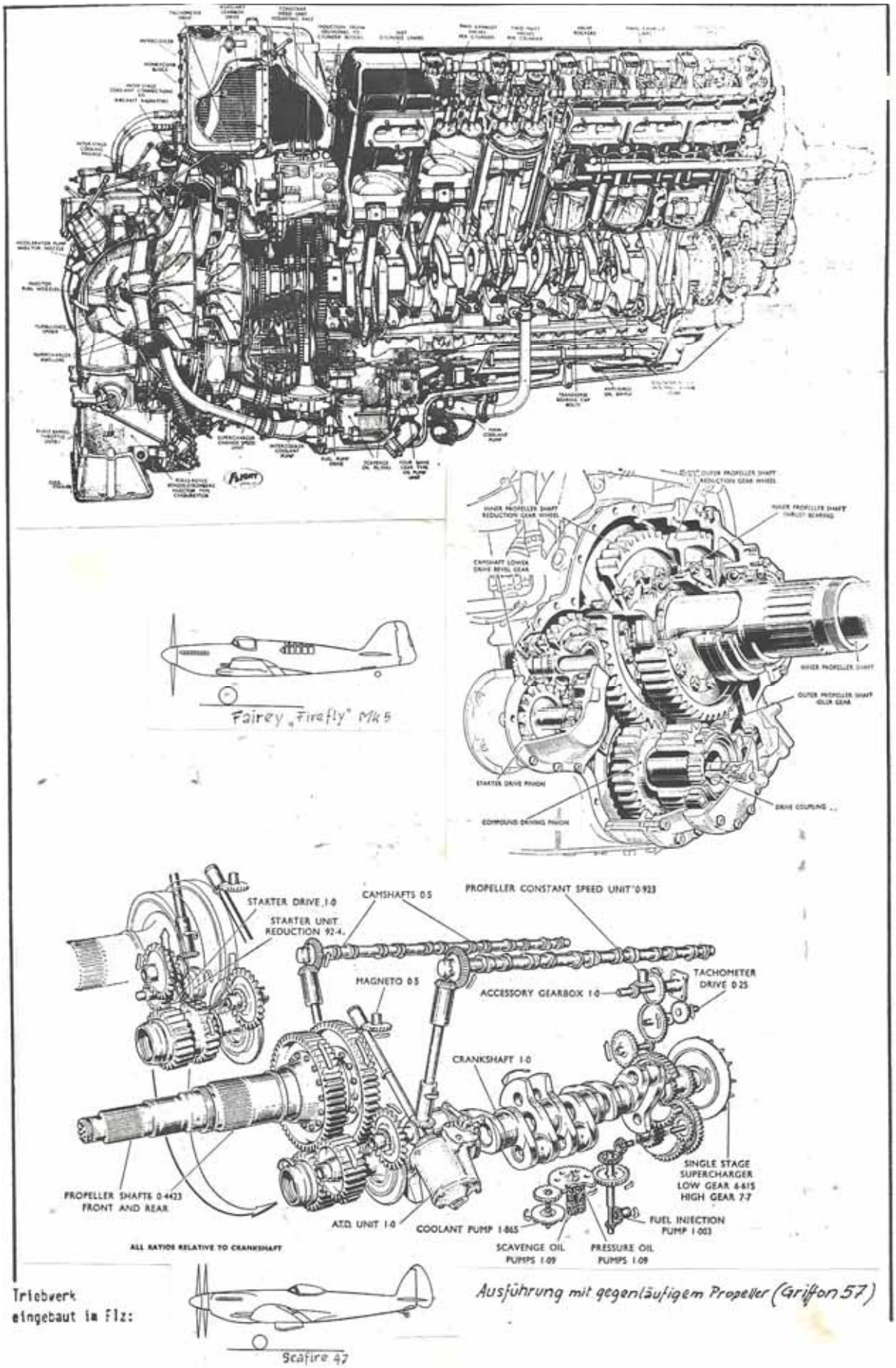
QUELLE Janes
Rolls-Royce, Flight

Dieser Flugmotor war in der Schweiz nicht im Einsatz, wird aber hier zur Vervollständigkeit der Reihe der konventiöellen Rolls-Royce-Motoren, aufgeführt.
Der Bau des Griffon war schon vor Ausbruch des 2. Weltkriegs geplant. Er sollte dem erfolgreichen Merlin in der Konstruktion gleichen, aber grösseres Zylindervolumen erhalten, gleich dem Rolls-Royce "R", der 1929 und 1931 die Schneider Trophie gewann. Zudem war vorgesehen, dass der Motor mit dem Merlin austauschbar sei, zwecks Umrüstung bestehender Flugzeuge.

Zylinder: Zwei Blöcke aus Allum.-Legierung mit je einem abnehmbaren Zylinderkopf, ebenfalls aus Allum.-Legierung. In die Blöcke sind Stahlzylinder eingepresst, die gegen den Kühlstoff mit Gummiringen und gegen den Zylinderkopf mit Weichalluminium gegen Gasaustritt abgedichtet sind.
Ventile: 2 Ein- und 2 Auslassventile aus Stahl, Ventilführungen aus Bleibronce, Die Ventilsitze sid mit Brightray überzogen, ebenso der im Verbrennungsraum liegende Teil des Auslassventils. Letzteres ist zudem im Schaft Sodiumgekühlt.
Gemischbildung: Der bei den ersten Serien verwendete Rolls-Royce-Vergaser wurde bei den Späteren Serien durch eine Rolls-Royce-Einspritzpumpe ersetzt.
Kurbelwelle: Diese ist aus Chrommolybdän-Stahl in einem Stück geschmiedet und nitiert. Vorn ist das Untersetzungsrad zum Propellergetriebe und hinten die Torsionswelle für den Laderantrieb angeflanscht.

Der Griffon wurde auch in Varianten mit einem Antrieb für einen im Flugzeug eingebauten Getriebekasten, geliefert.

Ausgestellt in: Dübendorf


Fairey „Firefly" Mk 5
STARTER DRIVE 1·0
STARTER UNIT REDUCTION 92·4
CAMSHAFTS 0·5
PROPELLER CONSTANT SPEED UNIT 0·923
MAGNETO 0·5
ACCESSORY GEARBOX 1·0
TACHOMETER DRIVE 0·25
CRANKSHAFT 1·0
SINGLE STAGE SUPERCHARGER LOW GEAR 6·615 HIGH GEAR 7·7
PROPELLER SHAFTS 0·4423 FRONT AND REAR
A.T.D. UNIT 1·0
COOLANT PUMP 1·865
FUEL INJECTION PUMP 1·003
SCAVENGE OIL PUMPS 1·09
PRESSURE OIL PUMPS 1·09
ALL RATIOS RELATIVE TO CRANKSHAFT
Triebwerk eingebaut in Flz:
Seafire 47
Ausführung mit gegenläufigem Propeller (Griffon 57)

Die französischen Flugmotoren

Frankreich war das Land, in welchem die Flugbegeisterung am frühesten entflammte. Damit wurden hier auch die ersten Flugmotoren gebaut.

Zu einer Zeit, als die Gebrüder Wright in Amerika noch versuchten, ihren liegenden Vierzylinder-12-PS-Motor zu verbessern, wurden in Frankreich schon eine ganze Anzahl Flugmotoren in Serie gebaut, insbesondere durch die Firmen Anzani, Antoinette, Clément-Bayard, Clerget, Gnôme et Rhône, Renault, Salmson (Canton Unné) und andere.

Während des Ersten Weltkriegs kamen die Firmen Hispano-Suiza und Lorraine dazu.

Frankreich wurde mit 92 400 gebauten Motoren zum grössten Produzenten von Flugmotoren und belieferte auch seine Alliierten England, Russland und die USA mit Motoren.

Zwischen den Kriegen waren es dann vor allem die Firmen Anzani, Clerget, Farman, Gnôme et Rhône, Clerget, Hispano-Suiza, Lorraine, Renault und Salmson, welche sich weiter im Flugmotorenbau engagierten und einige starke Motoren herausbrachten.

Im Zweiten Weltkrieg kam der französische Flugmotorenbau infolge der deutschen Besetzung praktisch zum Erliegen.

Die im Flieger Flab Museum Dübendorf befindlichen 19 Motoren stammen aus der Zeit von 1913 bis etwa 1940. Sie vermitteln einen guten Überblick über die Konstruktionsmerkmale des französischen Flugmotorenbaus in dieser Zeitspanne.

Die französischen Flugmotoren

		Seite
Société Antoinette	Antoinette	
Anzani	2-Zylider V	27
Anzani	3-Zylinder (ca. 80°)	
Anzani	3-Zylinder (120°)	
Anzani	6-Zylinder (Stern)	
Clerget-Blin	9 Bza	
Gnôme	Omega	
Gnôme	Gamma	
Gnôme	Lambda	
Gnôme	Monosoupape B	
Gnôme	9N Monosoupape	
Le Rhône	9 JB	
Gnôme et Rhône	9 Abx Jupiter	
Hispano Suiza	8 Aa (HS 41)	
Hispano Suiza	8 Ab (HS 41)	
Hispano Suiza	8 Fb (HS 42)	
Hispano Suiza	12 Jb (HS 52)	
Hispano Suiza	12 Hb (HS 51)	
Hispano Suiza	12 Mb (HS 57)	
Hispano Suiza	12 Nb (HS 61)	
Hispano Suiza	12 Ycrs (HS 77)	
Hispano Suiza	12 Y (HS 51)	29
Lorraine-Dietrich	12 D	
Renault	R-80	
Renault	12 K	
Salmson	M 9	
Salmson	R 9	
Salmson	Z 9	
Salmson	AD 9	
Société Emil Régnier	4 L.0	

Flugmotoren, die im Flieger Flab Museum Dübendorf ausgestellt sind.

Die Flugmotoren Anzani 3-Zylinder (Seite 159) und Salmson AD 9 (Seite 197) sind im Verkehrshaus der Schweiz in Luzern ausgestellt.

Datenblätter in der vorliegenden Zusammenfassung

Wer sich für weitere Datenblätter interessiert wende sich an das Flieger Flab Museum Dübendorf oder konsultiere die Vollversion des Buches, welche einen Umfang von 269 Seiten aufweist.

BAUMUSTER: (2-Zyl.) ENTWICKLUNGSFIRMA: Anzani LAND: Frankreich

D 20752 b

D 20752 c

Entwicklungsjahr 1909
Herstellerfirma Anzani Moteurs d'Aviation, Courbevoie
Baujahr 1909

BAUART
Form 2-Zylinder-V-Motor
System 4-Takt-Vergaser
Kühlung Luft
Aufladung —
- Antrieb —
Untersetzung —
- Getriebeart —

LEISTUNG	min^{-1}	kW(PS)	Ladedr.
- Nennleistung	1400	13 (18)	
- Start-& Notleistung			
- Max Dauerleistung			
- Volldruckhöhe			

ZYLINDER
- Anzahl 2
- Bohrung 105
- Hub 130

} 2,25 Liter = 8 PS/Ltr

Kompression

Gewicht trocken Kg 66 Kg/PS 3,7
Abmessg Länge ■
Breite ■
Höhe ■

BETRIEBSSTOFFE 1 Zenith-Vergaser
- Treibstoff Benzin gr/PS/h 345
- Schmierstoff Rizinusöl gr/PS/h
- Kühlstoff Luft

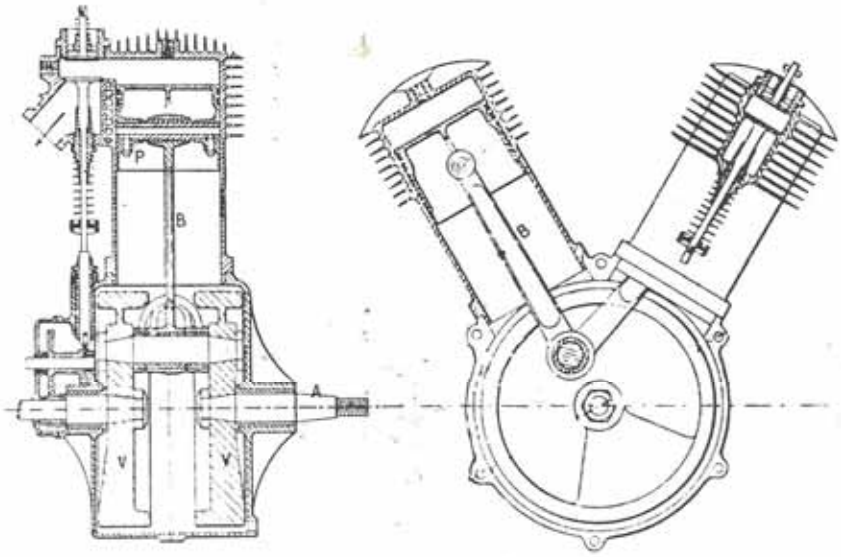
ANLASSER Handanwurf

QUELLE Moteurs d'Aviation, Martinet-Lagarde

Der Motor war in den beiden Rechflugzeugen eingebaut, wurde aber in der schweiz. Fliegertruppe nicht verwendet.

Das besondere Merkmal des Motors ist die sehr einfache Bauart.
Zylinder: Diese sind aus Stahlguss mit angegossenen Kühlrippen
Löcher in der Zylinderwandung vorn, oberhalb der unteren Totpunktstellung des Kolbens sorgen für eine gute Zylinderfüllung.
Steuerung: Seitwärts liegende, selbsttätiges Einlassventil, durch Nocken via Stossstange betätigtes Auslassventil.
Kurbelwelle: Nur eine Kurbel. Die Welle ist 5-teilig und durch Konuse verschraubt. Die Kurbelschenkel sind als Schwungrad ausgebildet, wobei die Kurbelgegenseite mit Gegengewichten versehen sind.
Kurbelgehäuse: zwei-teilig, mit 5 Zugschrauben verschraubt.

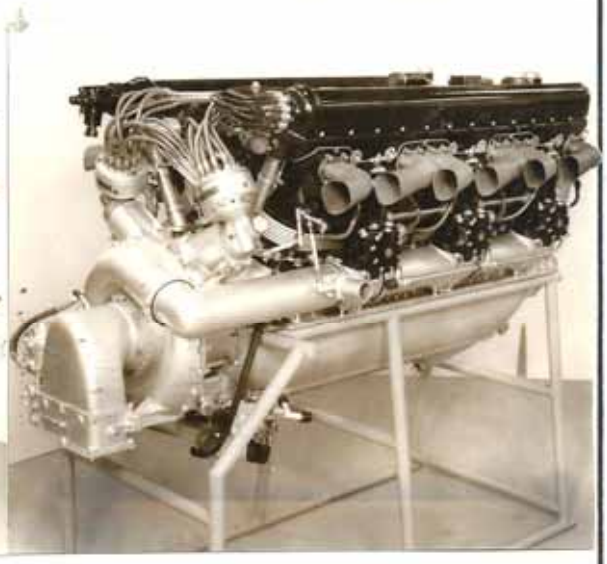
Ausgestellt in:



Triebwerk
eingebaut in Flz:

BAUMUSTER: 12 Y (HS 51) ENTWICKLUNGSF IRMA: Hispano-Suiza LAND: Frankreich

D 20351 a D 20351 b



Entwicklungsjahr 1940 (in der Schweiz)
Herstellerfirma Schweiz. Lokomotivfabrik, Winterthur u. Adolf Saurer AG, Arbon
Baujahr ab 1941 (in Lizenz)

BAUART
Form 12-Zylinder-V60°-Reihenmotor, stehend
System 4-Takt, Vergaser
Kühlung Flüssigkeit
Aufladung 1-stufiges Radialgebläse
- Antrieb 1:10
Untersetzung 1,5:1
- Getriebeart Stirnradgetriebe

LEISTUNG	min^{-1}	k(PS)	kg Ladedr.
- Nennleistung	2500	735 (1000)	865 mm Hg
- Start- & Notleistung	2600	750 (1020)	980 "
- Max Dauerleistung	2100	507 (690)	865 "
- Volldruckhöhe 3500/3900/4500 m	2200	570 775	865 "

ZYLINDER
- Anzahl 12, 2 Blöcke à 6
- Bohrung 150
- Hub 170
} 36 Liter = 27,8 PS/Ltr
Kompression 6,5

Gewicht trocken Kg 520 Kg/PS 0,52
Abmessg Länge 1,723 m
Breite 0,764 m
Höhe 0,945 m

BETRIEBSSTOFFE 6 Vergaser „Hispano-Solex" 56 SHG
- Treibstoff Benzin (0,793) gr/PS/h 250
- Schmierstoff Mineralöl gr/PS/h
- Kühlstoff Wasser/Glykol 30 Ltr

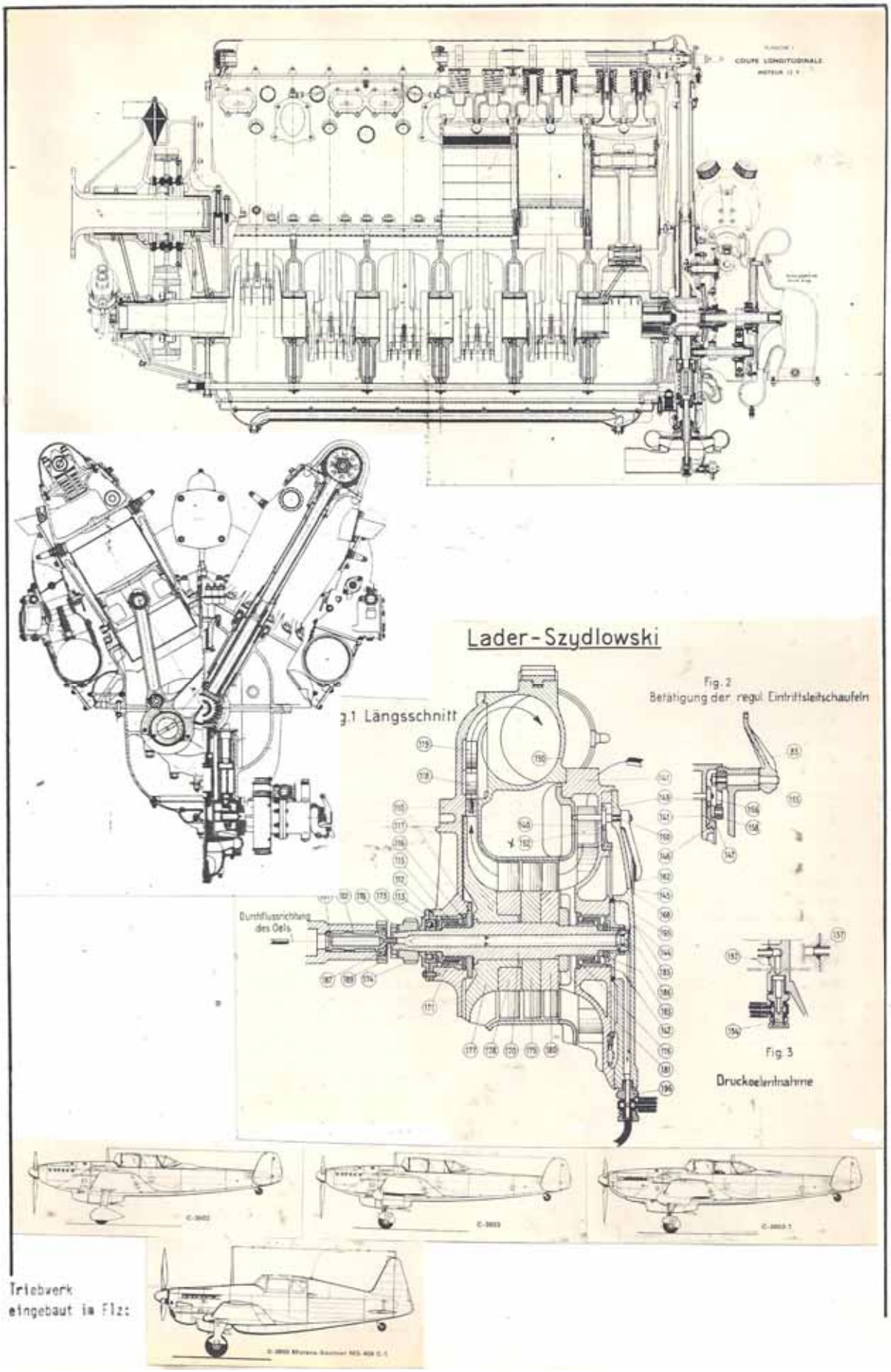
ANLASSER Druckluft mit rot. Verteiler

QUELLE Techn. Beschreibg HS 51-12 Y, Ostertag Ing. Hermann Wild.

In der Schweiz im Einsatz 440 Motoren von: 1941 bis: 1974

Da der konstruktive Aufbau des Motors HS-51 im wesentlichen den des Baumusters HS-77 mit 860 PS entspricht, sind nur die hauptsächlichsten unterscheidenden Merkmale kurz aufgeführt:
Die Leistungssteigerung dieses Motors von 860 auf 1000 PS wird durch die Erhöhung des Verdichtungsverhältnisses von 5,8 auf 6,5:1 und eine von 2400 auf 2500 U/min erhöhte Drehzahl erzielt, was eine verbesserte Zylinderaufladung und soweit die erhöhte spezifische Leistung zur Folge hat. Zum Einbau gelangen neue Vergaser, Typ Solex-Hispano, mit automatischer Höhenkorrektur, neue Kraftstoffpumpen Typ CM 14, sowie vergrösserte Schmierstoffpumpen.
Wie schon beim HS-77 teilte die Kriegstechnische Abteilung die Fabrikation in zwei Hälften auf; die Triebwerksgruppe mit Gehäuse, Kurbelwelle und Gebläse - Hersteller AG Adolphe Saurer in Arbon, und die Zylindergruppe mit Nockenwellen, Ventilen, Kolben und Pleuelstangen - Hersteller Schweiz. Lokomotiv- und Maschinenfabrik (SLM) in Winterthur. Die Montage und die Ausprobierung der vollständigen Motoren erfolgte zu gleichen Teilen durch die beiden Firmen. Dieses Vorgehen hatte den Vorteil, dass sich jede der beiden Firmen im Rahmen ihrer Fabrikation, hinsichtlich Modellen und Werkzeugen, Vorrichtungen und Kontrolleinrichtungen besser und wirtschaftlicher einrichten konnte, als wenn jede Firma die halbe Zahl ganzer Motoren hergestellt hätte, und hat sich in der Folge gut bewährt.
Ganz besonders wirkte sich die Erweiterung des technischen Stabes auf zwei Firmen aus, als durch die Kriegsereignisse des Jahres 1940 alle Verbindungen mit dem französischen Lizenzgeber abrissen. Es galt nicht nur, den mittlerweile von 860 auf 1000 PS hinaufgetriebenen Motor, ohne alle rechnerischen und versuchstechnischen Grundlagen des Konstrukteurs, die notwendige Betriebssicherheit zu geben, was erst nach unendlicher Kleinarbeit -ständig unter dem Druck höchster Eile- gelang, sondern es mussten mit Hilfe zahlreicher Firmen der schweizerischen Privatindustrie erst Verfahren und Wege gesucht und gefunden werden, um die Bereitstellung des notwendigen Rohmaterials und der notwendigen Halbzeuge für die Fabrikation sowie verschiedener Teilaggregate sicherzustellen. Erst die unter dem Abschluss vom Auslande entstandene Notwendigkeit brachte die Kräfte unserer Ingenieure und Techniker zur freien Entfaltung, und sie haben es schliesslich in verantwortungsbewusster Arbeit fertig gebracht, dass, vom Rohmaterial angefangen bis zur letzten Schraube, die Flugmotoren ein Produkt rein schweizerischer Arbeit waren.
Unter den Entwicklungen sei hier noch besonders die Aufladung erwähnt. Die Motoren wurden mit drei verschiedenen Ladern ausgerüstet:
241 Motoren mit kleinem Lader (wie beim HS-77)
187 Motoren mit grossem Lader (Lader 1940)
12 Motoren mit Szidloski-Lader (auf folgendem Blatt abgebildet und kurz umschrieben)
Die Volldruckhöhe wurde dadurch wie folgt gesteigert:
Mit kleinem Lader betrug sie 3500 m/M, mit Lader 1940 - 3900 m/M und mit dem Szidloski-Lader - 4500 m/M.

Ausgestellt in: Dübendorf


COUPE LONGITUDINALE
Lader-Szydlowski
Fig. 2
Betätigung der regul. Eintrittsleitschaufeln
g.1 Längsschnitt
Durchflussrichtung des Oels
Fig. 3
Druckoelentnahme
Triebwerk
eingebaut in Flz:

Die italienischen Flugmotoren

Ausser der Firma Fiat, welche schon im Jahre 1908 einen Motor an der Automobilausstellung in Paris zeigen konnte, begann der Flugmotorenbau kaum vor 1910. Dies war eine Folge des Beschlusses des italienischen Kriegsministeriums, vorerst die Flugzeuge samt Motoren im Ausland zu beschaffen.

Erst im Jahr 1912 schrieb das Kriegsministerium einen Wettbewerb für italienische Motoren aus. Etwa 12 Firmen versuchten sich in der Folge im Flugmotorenbau.

Während des Ersten Weltkriegs waren es dann vor allem die Firmen Fiat, Gnôme-Iltalia, Itala (HS-41), Isotta Fraschini und SPA, welche Flugmotoren bauten.

In der Zwischenkriegszeit und während des Zweiten Weltkriegs produzierten fast ausschliesslich die Firmen Alfa-Romeo, Fiat, Isotta Fraschini und Piaggio Flugmotoren, darunter den Typ DB-505 in grosser Zahl in Lizenz.

Leider besitzt das Flieger Flab Museum Dübendorf nur einen italienischen Motor, welcher für den italienischen Flugmotorenbau kaum repräsentativ ist.

		Seite
Fiat	A 10	
Fiat	A 12 bis	
Fiat	A 74 RC	**32**
Isotta-Fraschini	V 6	
SPA	6 A	

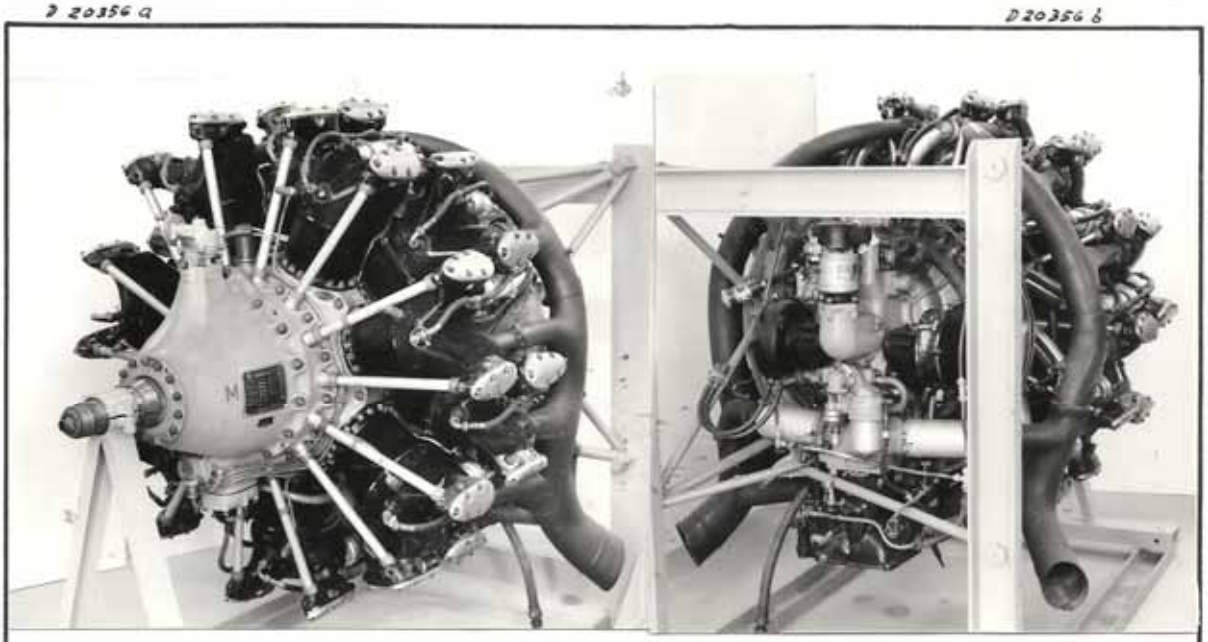
Flugmotoren, die im Flieger Flab Museum Dübendorf ausgestellt sind.

Datenblätter in der vorliegenden Zusammenfassung

Wer sich für weitere Datenblätter interessiert wende sich an das Flieger Flab Museum Dübendorf oder konsultiere die Vollversion des Buches, welche einen Umfang von 269 Seiten aufweist.

BAUMUSTER: A 74 RC ENTWICKLUNGSFIRMA: FIAT LAND: Italien

D 20356 a D 20356 b



Entwicklungsjahr 1935
Herstellerfirma Societa Anonima FIAT, Turin
Baujahr 1936

BAUART
Form 14-Zylinder-2 Sternmotor
System 4-Takt, Vergaser
Kühlung Luft
Aufladung 1-stufiges Radialgebläse
- Antrieb 1:8,78
Untersetzung 1,526:1
- Getriebeart Kegelrad-Planetengetriebe

LEISTUNG	min⁻¹	kW (PS)	Ladedr.
- Nennleistung	2400	617 (840)	
- Start- & Notleistung	2520	654 (890)	
- Max Dauerleistung			
- Volldruckhöhe 3800	2400	617 (840)	

ZYLINDER
- Anzahl 14, 2 Sterne à 7 Zyl
- Bohrung 140
- Hub 145
} 31,25 Liter = 26,9 PS/Ltr
Kompression 6,7

Gewicht trocken Kg 570 Kg/PS 0,68
Abmessg Länge 1,510 "
Breite Ø 1,195 "
Höhe "

BETRIEBSSTOFFE „Zenith"-Doppelvergaser „Torino"
- Treibstoff Benzin (87) gr/PS/h 225
- Schmierstoff Mineralöl gr/PS/h
- Kühlstoff Luft

ANLASSER

QUELLE Fred Phillipi: Dall'Elica Al Getto

Dieser Motor gelangte im 2 Weltkrieg mit einem abgestürtzten Fiat G-5o in die Schweiz

Zylinder: Stahlzylinder mit aufgeschrumpftem Alum.Gusskopf Beides eng verrippt,entsprechend grosse Kühlfläche.

Kolben: Diese sind aus Alum-Legierung gegossen.3 Kompressions- und 2 Oelabstreifringe.

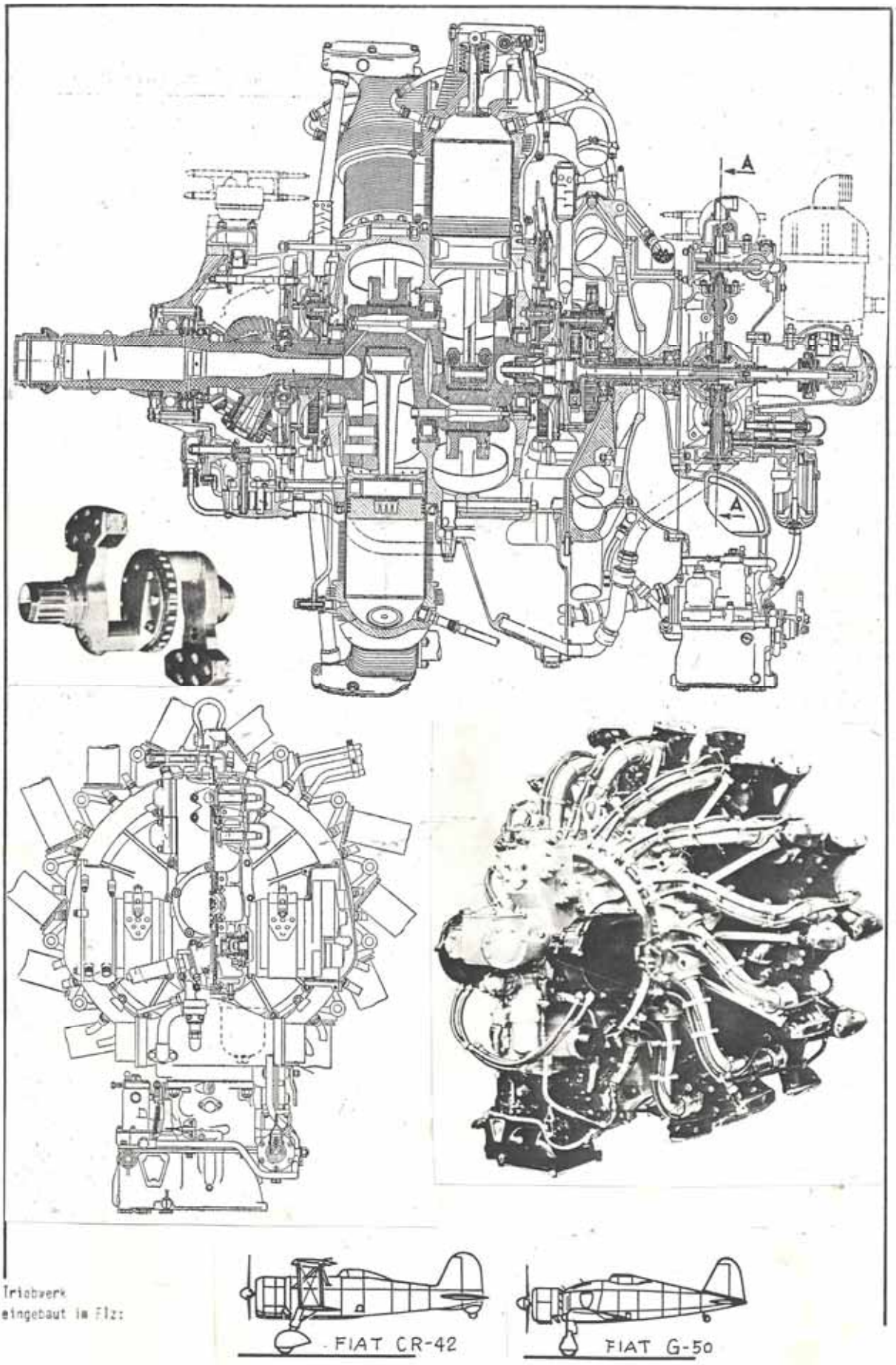
Kurbelwelle:Aus einem Stück geschmiedet.Ein grosses,.entrales Rollenlager.

Kurbelgehäuse:Aus Leichtmetalllegierung ,5-teilig.In beiden Zylinderebenen geteilt.

Vergaser: Dieser Motor hat einen speziellen,Rückenflug-tauglichen Vergaser,da der Motor hauptsächlich in Jagdflugzeugen verwendet wird.Der Vergaser hat automatische Gemisch-und Leistungsregelung.

Aufbauend auf diesem A 74 entstanden bei Fiat noch eine ganze Palette von 2-Sternmotoren grösserer Leistung.

Ausgestellt in: Dübendorf


A
A
Triebwerk
eingebaut im Flz:
FIAT CR-42
FIAT G-50

Die österreichischen Flugmotoren

Im kaiserlich und königlichen Österreich-Ungarn, mit Teilen des heutigen Tschechien und der heutigen Slowakei, begann der Flugmotorenbau fast gleichzeitig wie in Deutschland. Es wurden besonders zwei Motorenmarken bekannt, nämlich die Austro-Daimler- und die Hiero-Motoren. Diese Motoren wurden bei verschiedenen Firmen in Wien, Budapest und Prag in Lizenz gebaut.

Nach dem Ende des Ersten Weltkriegs musste auch in Österreich der Flugmotorenbau eingestellt werden.

In den 1930-er-Jahren bauten einige Firmen in den nun selbstständig gewordenen Staaten Ungarn und Tschechoslowakei eigene Motoren.

Im Flieger Flab Museum Dübendorf befindet sich nur ein österreichischer Motor, der Typ Hiero, welcher aber doch einen Einblick in den österreichischen Motorenbau während des Ersten Weltkriegs erlaubt.

		Seite
Austro-Daimler	AD DM 160	
Austro-Daimler	AD 210	
Hiero (Warcholowski & Eissler)	L 240/250	35

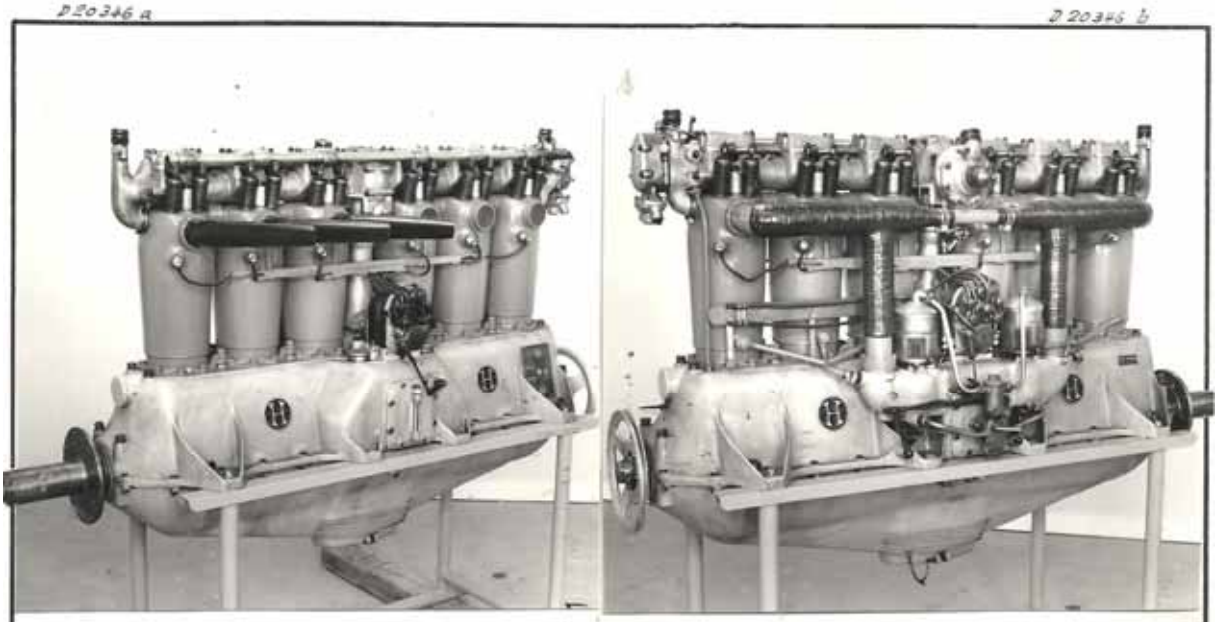
Flugmotor, der im Flieger Flab Museum Dübendorf ausgestellt ist.

Datenblätter in der vorliegenden Zusammenfassung

Wer sich für weitere Datenblätter interessiert wende sich an das Flieger Flab Museum Dübendorf oder konsultiere die Vollversion des Buches, welche einen Umfang von 269 Seiten aufweist.

BAUMUSTER: L 240/250 ENTWICKLUNGSFIRMA: Hiero LAND: Oesterreich

D 20346 a D 20346 b



Entwicklungsjahr 1918
Herstellerfirma Oesterr. Industriewerke Warcholowski Eissler & Co., Wien
Baujahr 1918

BAUART
Form 6-Zylinder-Reihenmotor, stehend
System 4-Takt, Vergaser
Kühlung Flüssigkeit
Aufladung –
- Antrieb –
Untersetzung –
- Getriebeart –

LEISTUNG	min^{-1}	k.(PS)	Ladedr.
- Nennleistung	1400	176(240)	
- Start-& Notleistung	1500	184(250)	
- Max Dauerleistung			
- Volldruckhöhe			

ZYLINDER
- Anzahl 6 einzeln
- Bohrung 140
- Hub 180

} 16,6 Liter = 14,5 PS/Ltr

Kompression 5,7

Gewicht trocken Kg 340 Kg/PS 1,42
Abmessg Länge 1,74 m
Breite 0,76 m
Höhe 1,15 m

BETRIEBSSTOFFE 2 Einzelvergaser „Schiske"
- Treibstoff Benzin gr/PS/h 220
- Schmierstoff Rizinusöl gr/PS/h 5
- Kühlstoff –

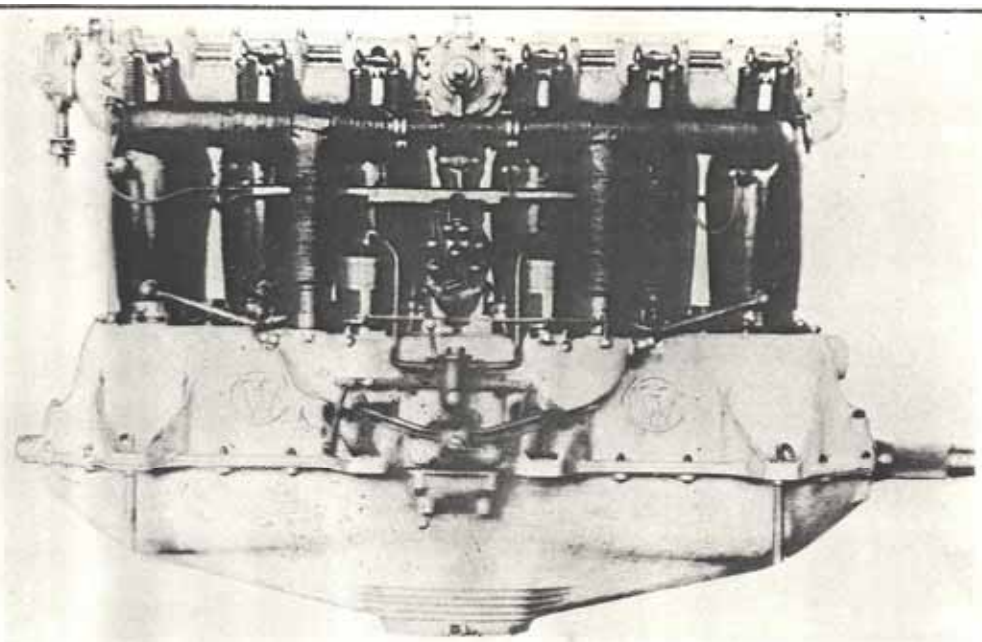
ANLASSER Anlassmagnet „Bosch" ZH6

QUELLE Hiero Behandgsvorschrift, Wien 1918
Janes 1920, Motorenkunde II, Wien 18

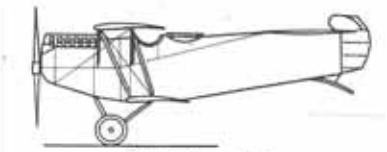
Der Motor war in der Schweiz nicht im Einsatz. 1 Exemplar gelangte mit einem im 1. Weltkrieg in der Schweiz internierten, oestr. BRANDENBURGER zu uns.

Die HIERO-Motoren der Oesterreichischen Industriewerke Warchlowski, Eisseler & Co.. Wien kamen vorwiegend im K+K Oesterreich/Ungarn dem Bündnispartner des damaligen deutschen Kaiserreiches zum Einsatz.
Einer der ersten Hiero-Motoren war der von Werner und Pfleiderer im Jahre 1911 gebaute Vierzylindermotor mit 85 PS, der von Otto Hieronimus konstruiert wurde.
Im Jahre 1911 folgte ein 145 PS, 1916 ein 200 PS und dann 1917 dieser 230 PS Motor. Die Leistungssteigerungen erfolgten durch Erhöhung der Zylinderbohrung und der Verdichtung. Beim 230 PS-Motor wurden erstmals je 2 Ein- und Auslassventile zur Vergrösserung des volumetrischen Wirkungsgrades nötig.
Die guten Betriebsergebnisse in Verbindung mit der praktischen, gedrungenen und ausgeglichenen Form führten sehr bald zur Abgabe von Lizenzen an die oester. Fiatwerke/Ganz-Fiat/ungarische Flugzeugmotorenfabrik Budapest/Maschinenbaufabrik Danek & Co. Prag/Loeb & Co. GmbH Berlin.
Die Gipfelhöhe betrug 5000 m/M.
- Zylinderköpfe aus Gusseisen getrennt hergestellt und mit dem Zylinder verschraubt und verschweisst.
- Die Kurbelwelle, im Gehäuseoberteil siebenfach gelagert, hat an beiden Enden Wellenstummel und kann an jedem Ende mit einem Zug- oder Drucklager versehen werden. Der Motor kann daher auf beiden Seiten mit Zug-oder Druckpropeller ausgerüstet werden. Die neueren Motoren wurden aber nur mit einem Wellenstummel gebaut und haben ein Zug-oder Drucklager.
- Die Nocken der Steuerwelle wirken auf die Rollen der Schwinghebel ein, deren zweiter Arm mit der Einstellschraube direkt auf den Ventilschaft drückt. Ein Querarm des Schwinghebels drückt gleichzeitig auf die beiden Einlassventilschäfte, während die beiden Auslassventile durch zwei getrennte symetrische Schwinghebel betätigt werden.
- Zündung durch zwei Hochspannungs – Zündmagnete Bosch ZH 6.

Ausgestellt in: Dübendorf



Triebwerk
eingebaut in Flz:



Phönix C1

Die amerikanischen Flugmotoren

Im Jahr 1903 bauten die Gebrüder Wright einen liegenden 12-PS-Motor, welcher ihr selbst gebautes Flugzeug zum ersten bemannten Flug schwerer als Luft antrieb. Schon im Jahr 1907 folgte ein erfolgreicher Motor der Firma Curtiss.

Anschliessend an den Erfolg der beiden Firmen versuchten sich in den Jahren 1910 bis 1913 etwa 50 Firmen mit mehr oder weniger Erfolg im Flugmotorenbau.

Während des Ersten Weltkriegs reduzierte sich die Anzahl der Motorenhersteller. Als namhafte Motorenlieferanten traten im Wesentlichen die Firmen Aeromarine, Ashmusen, Curtiss, Hall-Scott, Kemp, Roberts, Strutevant und Wright auf. Daneben gab es verschiedene Lizenznehmer, welche französische Motoren bauten, zum Beispiel den Typ HS-41 sowie Motoren der Firmen Anzani und Gnôme.

In jene Zeit fiel auch der unter bemerkenswerten Umständen von verschiedenen Firmen gebaute «Liberty»-Motor, welcher zu jener Zeit einer der besten Motoren überhaupt war. (Siehe das nachfolgende Blatt «Liberty»).

In der Zwischenkriegszeit entwickelten verschiedene Firmen bedeutende Flugmotoren. Insbesondere wurden die starken Motoren von Wright und Pratt & Whitney als Antrieb der Flugzeuge der Bomberflotten während des Zweiten Weltkriegs und später der ersten grossen Verkehrsflugzeuge in sehr grossen Stückzahlen hergestellt.

Erwähnenswert ist auch der Lizenzbau des Rolls-Royce-Flugmotors «Merlin», welcher von der Firma Packard in verschiedenen Versionen für die USA («Mustang») produziert sowie nach England und Russland geliefert wurde.

Im Flieger Flab Museum Dübendorf sind 13 amerikanische Motoren vorhanden, welche den amerikanischen Flugmotorenbau repräsentativ darstellen.

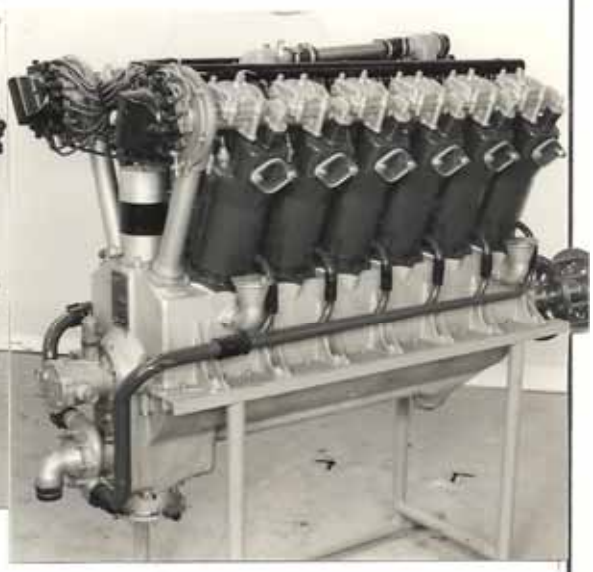
Die amerikanischen Flugmotoren

		Seite
Allison	V-1710-C_{15}	
Franklin	6 V4-200-C33	
Jacobs	R-755	
Liberty (Packard)	Liberty	**39**
Lycoming	O-290-D	
Lycoming	O-320-A_2B	
Lycoming	GO-435-C_2-A_2	
Lycoming	GSO-480-B_1A_6	
Lycoming	JGSO-540-A,B	
Pratt & Whitney	R-985 Wasp-Junior	
Pratt & Whitney	R-1340 Wasp	
Pratt & Whitney	R-1830 Twin Wasp	
Pratt & Whitney	R-2000 Twin Wasp	
Pratt & Whitney	R-2180 Twin Wasp	
Pratt & Whitney	R-2800 Double Wasp	
Pratt & Whitney	R-4360 Wasp Major	**41**
Curtis-Wright Corp.	9Qc (Whirlwind)	
Curtis-Wright Corp.	R-1820 (Cyclone 9)	
Curtis-Wright Corp.	R-2600 (Double Cyclone)	
Curtis-Wright Corp.	R-3350 T18 (Turbo Compound)	

Flugmotoren, die im Flieger Flab Museum Dübendorf ausgestellt sind.

BAUMUSTER: Liberty ENTWICKLUNGSFIRMA: Liberty (Packard) LAND: USA

D 20342 c D 20342 d



Entwicklungsjahr 1917
Herstellerfirma Packard Motor Car Co Detroit
Baujahr 1918

BAUART
Form 12-Zylinder V45°-Reihenmotor, stehend
System 4-Takt, Vergaser
Kühlung Flüssigkeit
Aufladung –
- Antrieb –
Untersetzung –
- Getriebeart –

LEISTUNG	min^{-1}	kW (PS)	Ladedr.
- Nennleistung	1550	280(381)	
- Start-&-Notleistung	1700	300 (408)	
- Max Dauerleistung			
- Volltruckhöhe			

ZYLINDER
- Anzahl 12, einzeln
- Bohrung 127
- Hub 178

} 27,06 Liter = 14,07 PS/Ltr

Kompression 5,46

Gewicht trocken Kg 375 Kg/PS 0,98
Abmessg Länge 1,7 m
Breite 0,66 m
Höhe 1,15 m

BETRIEBSSTOFFE 2 Doppelvergaser „Zenith"
- Treibstoff Benzin gr/PS/h 225
- Schmierstoff Rizinusöl gr/PS/h 15
- Kühlstoff Wasser 20 Ltr

ANLASSER

QUELLE Janes 1919, Gilles, Archiv BAMF

In der Schweiz im Einsatz 1 Motor von: 1920 bis: 1929

1917, beim Eintritt der USA in den 1. Weltkrieg machte sich der Mangel eines starken Motors, der zugleich einfach in der Konstruktion war und bei maximaler Standardisierung bei möglichst vielen Firmen und Zulieferanten gebaut werden konnte, bemerkbar.

Durch eingehende Abklärungen bei den massgebenden Spezialisten im Land und bei den alliierten Militärmissionen und Flugzeugkonstrukteuren, wurde die Spezifikation für den neuen Motor festgelegt. Anfänglich war beabsichtigt, je einen 4-, 6-, 8- und 12-Zylinder-Motor mit möglichst einheitlichen Komponenten (Zylinder, Pleuel, Kolben etc) zu entwickeln. Doch inzwischen reduzierte sich an der Front die Forderung auf den 12-Zylinder.

Die Regierung gründete eine spezielle Organisation. Sie berief ferner zwei der damals erfolgreichsten Flugmotorenkonstrukteure, sowie ca 200 der erfahrensten Ingenieure, Techniker und Zeichner aus dem ganzen Land zum Bau des "Liberty" genannten Motors nach Washington. Die erste Konferenz fand am 3. Juni statt. Ende Juli waren die Zeichnungen für den Motor zur Fabrikation bereit. Dabei wurde zum Vorneherein festgelegt, dass das Beste und Bewährteste, was im Moment an Bauelementen existierte, beim Bau des neuen Motors Verwendung finden sollte. Dann begann die Fabrikation des Motors in zahlreichen Firmen verteilt über die ganzen Staaten.

Am 25. August absolvierte der Erste (noch handgemachte) Motor erfolgreich einen 5-Std.-Lauf. Kurze Zeit danach begannen die Serienlieferungen. Im Oktober 1918 verliessen in den verschiedenen Firmen, welche mit der Montage des Motors beauftragt waren, 1242 Motoren. Total bis Kriegsende fabrizierten die Firmen Packard, Ford, Lincoln, Buik, Aerosarine, Marmon und Trego 13574 Motoren. Nach vielen Urteilen war es der beste Motor jener Zeit. Der Motor wurde nicht nur in Flugzeugen, sondern auch bei der Marine und in Tanks verwendet. Das Ganze war eine gewaltige und grandiose Leistung.

Die Zündung war etwas ganz besonderes an Liberty. Um den Motor schmal zu halten (kleiner Stirnwiderstand) wurden die Zylinderreihen unter 45° zueinander gestellt. Wegen der unregelmässigen Zündfolge von abwechselnd 45° und 75° musste von der Verwendung der herkömmlichen Zündmagnete abgesehen werden. (Der magnetische Abreissmoment bei diesen ist regelmässig). Es wurde eine Zündung mit Fremdstrom entwickelt. Ein Dynamo, aufgebaut zwischen den beiden Königswellen für den Nockenwellen-Antrieb, lieferte den Strom für die Zündung und für die Pufferbatterie. Die Zündspule, die 3 Unterbrecher mit Kondensator, sowie die Zündstromverteiler bilden ein Aggregat und sind am hinteren Ende der Nockenwelle montiert und von dieser angetrieben. Was mit dem Zündmagneten nicht möglich war, konnte mit einem unregelmässigen Unterbrecher-Nocken erreicht werden. Entwicklung und Fabrikation der Zündung und elektrischen Anlage besorgte die Fa. Deco.

Zylinder: Diese entsprechen der damaligen Bauweise von Mercedes, Rolls-Royce, Lorraine-D, und anderer, also Stahlzylinder mit angeschweissten Ventilgehäusen und umgeben von einem angeschweissten Wassermantel aus Stahlblech. Die Firma Ford spezialisierte sich in der Fabrikation dieser Zylinder und 1 Werte pro Tag 1700 Zylinder.

Die Kolben lieferte Die Firma Hall-Scott nach ihrer Bauart.

Die Steuerung fabrizierte die Firma Packard (Ventile, Kipphebel, Nockenwelle etc) etwa nach der Art der Mercedes-Motoren

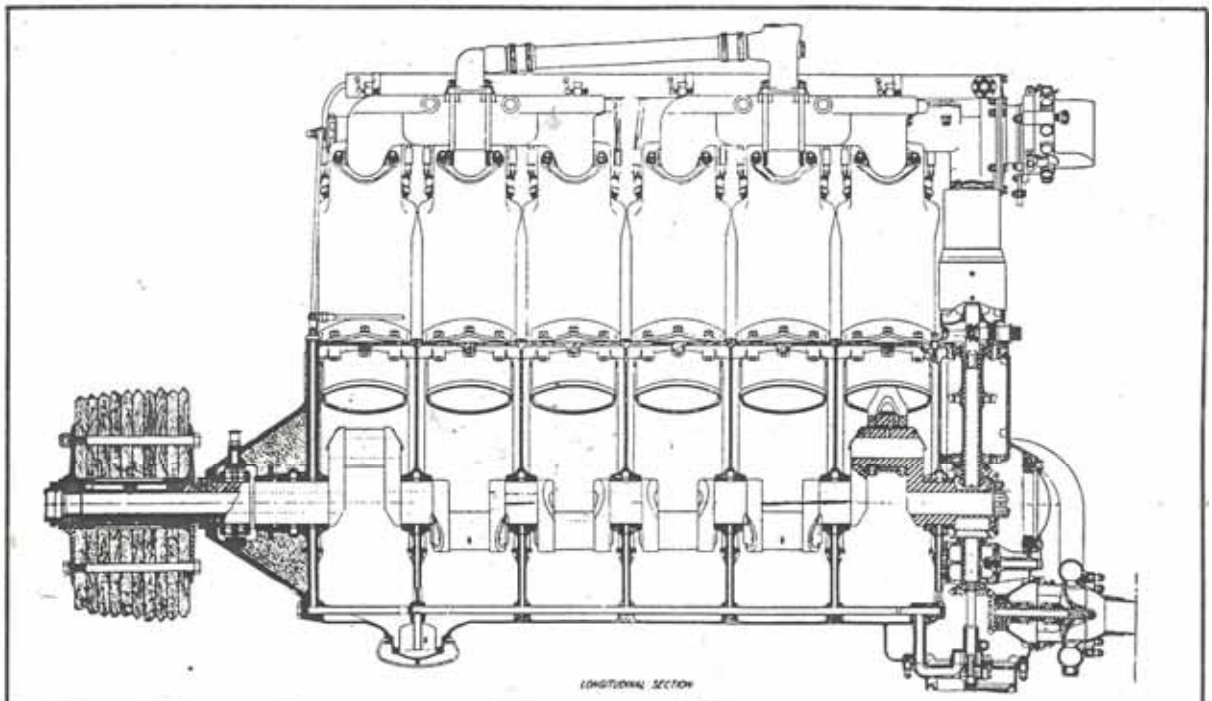
Die Pleuel wurden von Cadillac gefertigt.

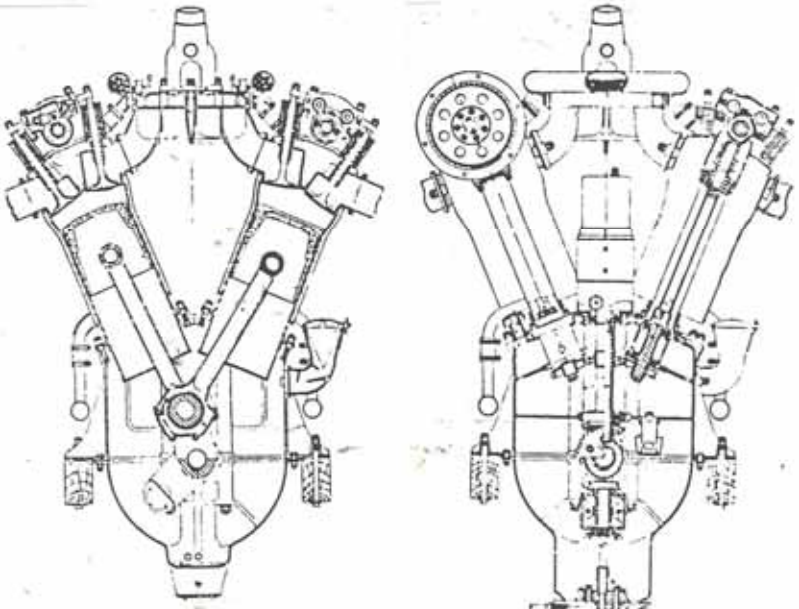
Kurbelwelle: übliche, geschmiedete Stahlwelle.

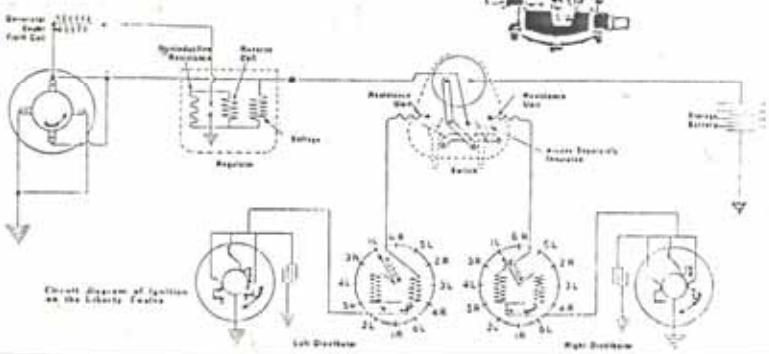
Wasserpumpe: Es wurde der Typ Packard verwendet.

Vergaser: Die Firma Zenith schuf einen speziellen Vergaser für den Liberty.

Ausgestellt in: Dübendorf

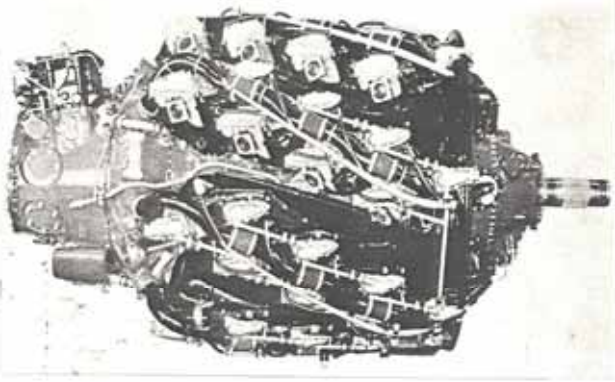






Triebwerk
eingebaut im Flz:

BAUMUSTER: R-4360 (Wasp-Major) ENTWICKLUNGSFIRMA: Pratt & Whitney LAND: USA



Entwicklungsjahr 1943
Herstellerfirma Pratt & Whitney Aircraft Div. East-Hartford
Baujahr Ab 1944

BAUART
Form 28-Zylinder-4-Sternmotor
System 4 Takt, Vergaser
Kühlung Luft
Aufladung 1-stufiges Radialgebläse
- Antrieb 1: mit vorgeschalt. Abgasturbolad
Untersetzung 2,62 : 1
- Getriebeart Planetengetriebe

LEISTUNG	min^{-1}	kW(PS)	Ladedr.
- Nennleistung	2550	1838 (2500)	
- Start- & Notleistung	2700	2389 (3250) + (3600)*	
- Max Dauerleistung		2573	
- Volldruckhöhe 4120	2700	1764 (2400)	

*mit Wasereinspr.

ZYLINDER
- Anzahl 28 in 4 Sternen
- Bohrung 146
- Hub 152,4
} 71,5 Liter = 34,97 PS/Ltr
Kompression 6,7

Gewicht trocken Kg 1546 Kg/PS 0,62
Abmessg Länge ■
Breite Ø 1,360 ■
Höhe ■

BETRIEBSSTOFFE
Vergaser „Bendix-Stromberg"
- Treibstoff Benzin gr/PS/h
- Schmierstoff Dinersöl gr/PS/h
- Kühlstoff Luft

ANLASSER

QUELLE Jane's, Pratt & Whitney Flight 1947

Durch ein Tauschgeschäft gelangte dieser Motor 1978 von Wright-Paterson nach Dübendorf. Transport mit 2 Tigerlieferung in „Galaxy".

Da es sich hier um den wohl grössten je gebauten Flugmotor handelt, der zudem im Museum in Dübendorf ausgestellt ist, wird er hier beschrieben.

Im Dezember 1944 bestand der "WASP-MAJOR" die offizielle Musterprüfung mit einem Dauerlauf von 150 Stunden. Seine Entwicklung hat insgesamt mehr als 20'000 Versuchsläufe erfordert.

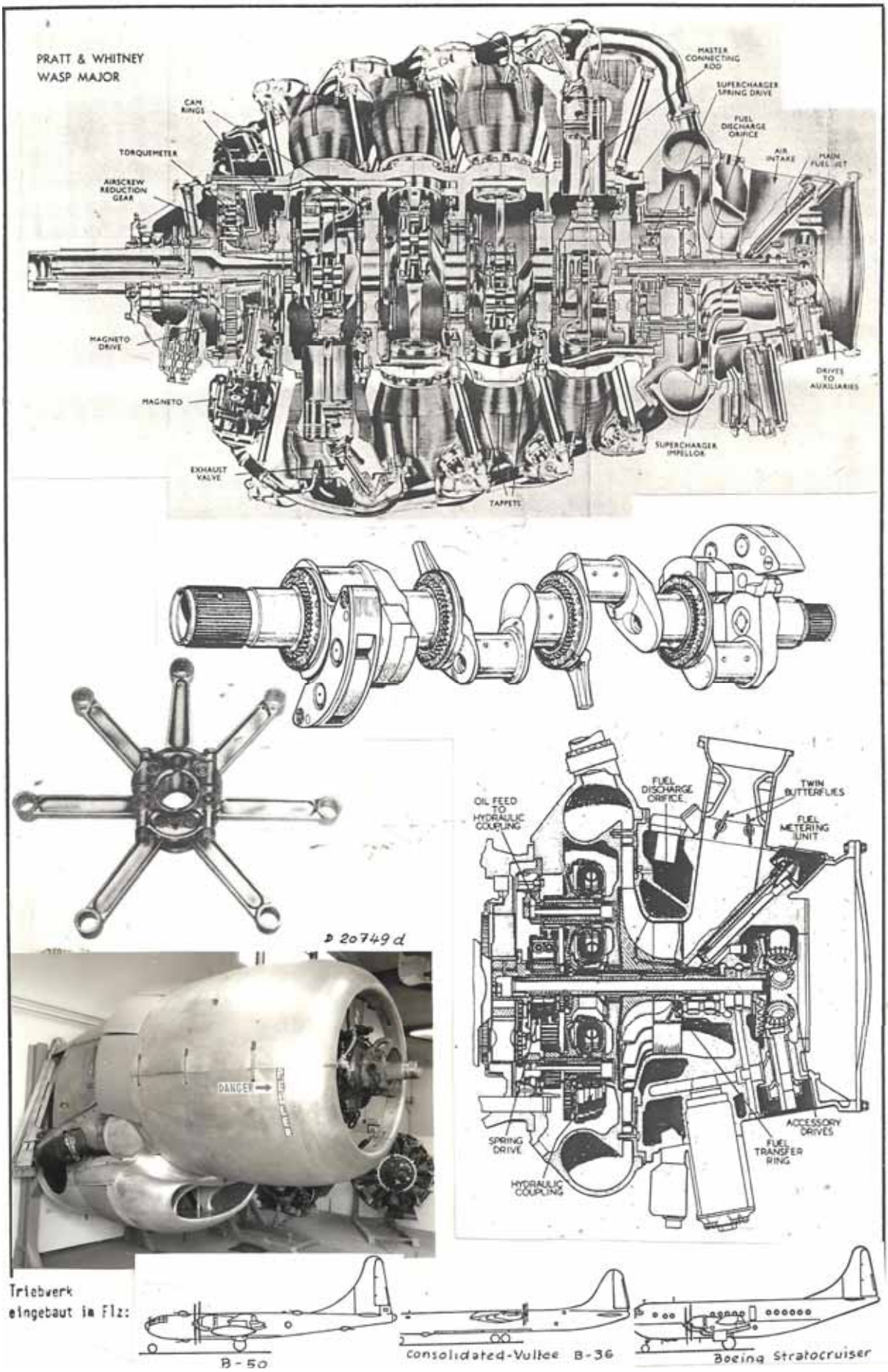
KUEHLUNG Wohl eine der schwierigsten Fragen, die bei der Entwicklung des "WASP MAJOR" zu lösen waren, betraf die Luftkühlung der Zylinder. Bei diesem Motor ist der hinterste Zylinderstern gegenüber dem vordersten nur um eine halbe Teilung versetzt, sodass die Zylinder sieben Reihen oder Fluchten von je 4 Zylindern bilden, die nur unter einem kleinen Winkel zur Flugrichtung laufen und die zwischen sich verhältnismässig weite Zwischenräume offen lassen. In diese Zwischenräume sind die Luftführungsbleche derart eingebaut, dass die Kühlluft unter einem grossen Winkel zur Flugrichtung zwischen den einzelnen Zylindern jeder Reihe hindurch von einem der erwähnten Zwischenräume in den benachbarten gelangt.
Die Zylinder besitzen aus Aluminium geschmiedete Köpfe mit tiefen Kühlrippen und Duraluminium-Manschetten welche die Kühlluft, unabhängig von deren Strömungsrichtung, derart um die Zylinder führen, dass eine ausreichende Kühlung gewährleistet ist.

VENTILBETAETIGUNG Jeder Zylinder hat nur je 1 Einlass- und Auslassventil, die durch gekapselte Stössel und Kipphebel betätigt werden. Diese Ventile liegen in bezug auf den Kühlluftstrom vorn und hinten an jedem Zylinder. Für die Betätigung der Ventile kommen bei diesem Vierfachsternmotor unmittelbar vor jedem Zylinderstern dessen Einlassventilstössel und unmittelbar hinter jedem Zylinderstern dessen Auslassventilstössel aus dem Kurbelgehäuse.

GEMISCHAUFBEREITUNG Für alle Zylinder des Motors ist eine einzige gemeinsame Anlage zur Bildung und Vorverdichtung des Kraftstoff-Luftgemisches vorhanden. Sie umfasst einen an der Rückseite des Kurbelgehäuses angebauten Lader und einen hinter diesem auf dem Hilfsantriebsgehäuse des Motors sitzenden Einspritzvergaser, in den die Luft eben eintritt. Mit den Vergaser sind Einrichtungen zur selbständigen Regelung der Kraftstoffmenge in Abhängigkeit von der eintretenden Luftmenge und vom Luftzustand für reiches und sparsames Gemisch sowie zur Handregelung des Gemisches verbunden.
Die Ausführung TSB3-G ist vorwiegend für den Betrieb mit einem Abgasturbolader bestimmt, der die Luft schon vor ihrem Eintritt in den Vergaser verdichtet und so die Abnahme des Luftdruckes in der Höhe wenigstens teilweise ausgleicht. Der im Motor eingebaute Lader, der dem Vergaser nachgeschaltet ist, wird von der Kurbelwelle mit einem festen Übersetzungsverhältnis von 1 : 6,375 angetrieben.
Diese Ausführung TSB3-G des Motors ist mit einer Vorrichtung zur Wassereinspritzung versehen, die nicht nur für den Start eine erhöhte Leistung zu erzielen erlaubt, sondern für diesen Betriebszustand eine übermässige Anreicherung des Gemisches entbehrlich macht und dadurch Kraftstoff zu sparen ermöglicht.

ZUBEHOERGERAETE Diese werden von radialen Wellen, die über den Umfang des Antriebsgehäuses verteilt sind, angetrieben. Diese Geräte sind deshalb, jedes für sich, gut zugänglich und einzeln auswechselbar.

Ausgestellt in:


PRATT & WHITNEY
WASP MAJOR
MASTER CONNECTING ROD
SUPERCHARGER SPRING DRIVE
FUEL DISCHARGE ORIFICE
AIR INTAKE
MAIN FUEL JET
CAM RINGS
TORQUEMETER
AIRSCREW REDUCTION GEAR
MAGNETO DRIVE
MAGNETO
EXHAUST VALVE
TAPPETS
SUPERCHARGER IMPELLOR
DRIVES TO AUXILIARIES
OIL FEED TO HYDRAULIC COUPLING
FUEL DISCHARGE ORIFICE
TWIN BUTTERFLIES
FUEL METERING UNIT
SPRING DRIVE
HYDRAULIC COUPLING
FUEL TRANSFER RING
ACCESSORY DRIVES
D 20749 d
DANGER
Triebwerk
eingebaut in Flz:
B-50
Consolidated-Vultee B-36
Boeing Stratocruiser

Flugmotoren-Prüfstände

Diese Beschreibung der Flugmotoren wäre nicht vollständig, wenn nicht parallel zur Entwicklung der Flugmotoren auch die Entwicklung der Einrichtungen zu deren Prüfung aufgezeigt würde. Es handelt sich dabei um Serie- und nicht um Entwicklungsprüfstände.

Am Anfang stand wohl eher das Bedürfnis festzustellen, ob ein Motor überhaupt laufe, welche Drehzahlen und Leistungen er erbringe und wie er sich über eine längere Betriebszeit verhalte.

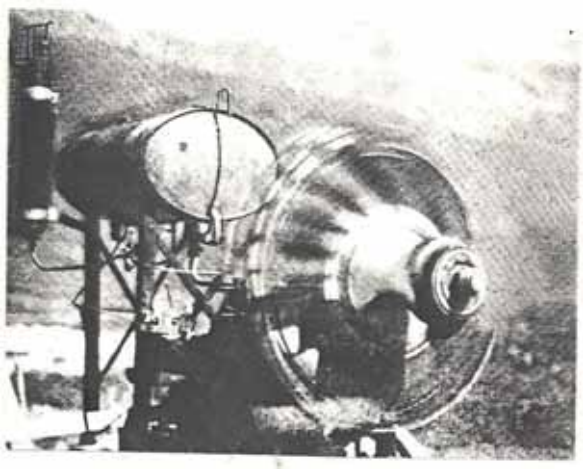
Doch je leistungsfähiger und komplizierter die Motoren wurden, umso notwendiger wurde es:

- die Temperaturen an verschiedensten Stellen zu messen,
- die Drücke von Luft, Gemisch, Treibstoff und Schmierstoffen festzuhalten,
- die Luftansaugmengen zu messen,
- den Treibstoff- und Schmierstoffverbrauch zu bestimmen,
- die kritischen Drehzahlen festzustellen,
- Vibrationen in Grösse und Bereich herauszufinden
- und anderes mehr.

Dies führte zu immer grösseren und komplizierteren Prüfständen sowie genaueren und umfangreicheren Messeinrichtungen.

Prüfstand für den 7-Zylinder «Gnôme»-Motor, um etwa 1908/1909

Der Motor lief auf einem festen Bock mit dem auch im Flugzeug verwendeten Propeller. Die Motorbedienungseinrichtungen und die übrigen notwendigen Installationen waren in unmittelbarer Nähe des Motors angebracht.

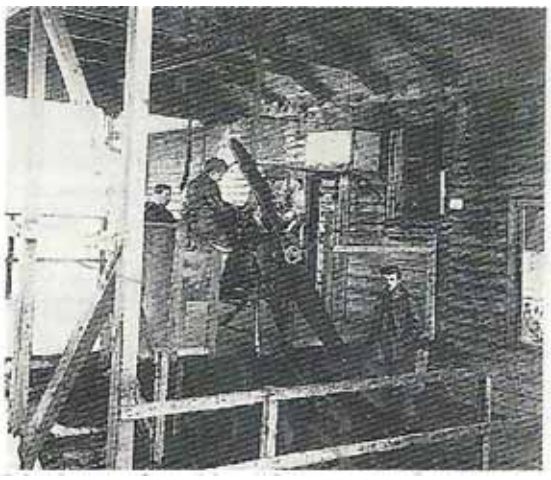


Prüfstand für den 50/60-PS-Oerlikonmotor von1918

Der Motor mit Kühler und mit dem Flugzeugpropeller war auf einem Rollwagen montiert, welcher seinerseits auf einem Geleise verschiebbar war. Dies erlaubte, die Zugkraft des Motors zu messen.

Prüfstand für den Flugmotor HS-41, um ca. 1919

Der Motor, mit Flugzeugpropeller auf einem festen Bock montiert, stand in einem offenen Gebäude.
In einem danebenstehenden Gebäude war das «Prüfzimmer» eingerichtet, von welchem aus der Motor bedient und die damals möglichen Messungen ausgeführt wurden.

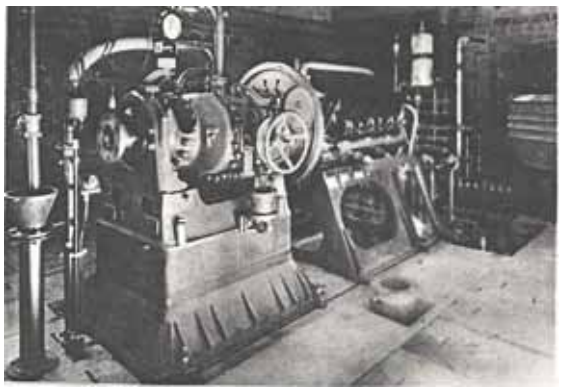


Prüfstand für den 450-PS-Flugmotor LFW, um ca. 1924

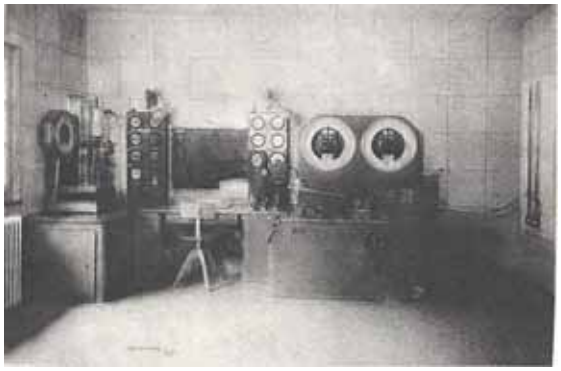
Der Motor war mit einem Flugzeugpropeller auf einem Bock montiert, der sich während des Laufes um seine Querachse drehen liess. Dies erlaubte, den Steig- und Sturzflug zu simulieren. Die Anzeige der Motordaten erfolgte im danebenstehenden Prüfzimmer.
Mit diesem Prüfstand wurde der Motor auch auf der Jungfraubahn auf 2325 und auf 3457 Meter über Meer geprüft.

Prüfstand für den 500-PS-Flugmotor HS-57 und 61, um ca. 1940

Der Motor ist auf einem festen Bock montiert und gibt seine Leistung an die auf der gleichen Achse liegende Wasserbremse.



Blick vom Prüfzimmer durch eine Panzerscheibe auf den laufenden Motor.



Die Messdaten, vor allem das Drehmoment, werden im Prüfzimmer nebenan aufgezeichnet.

Neue Prüfstände für die starken Motoren HS-51, DB- 601 und RR V-1650

Der Motor ist mit einem «Bremspropeller» ausgerüstet. Er ist drehbar um seine Längsachse auf einem hohen Bock gelagert. Das erzeugte Drehmoment des Motors wird über einen Hebel an der drehbaren Achse abgenommen und durch ein Gestänge im Bockinnern auf die Waage im Prüfzimmer übertragen.
Sämtliche Verbindungen zwischen drehbarem Drehkranz und festem Bock sind beweglich, um die Datenübertragung nicht zu beeinflussen.
Die Bedienung des Motors und die Anzeige sämtlicher Messdaten erfolgten im nebenstehenden Prüfzimmer.
Die vom Propeller bewegte Luft wird durch einen mit Schallschluckmaterial ausgekleideten Kamin ausgestossen. Der Prüfraum selbst ist ebenfalls mit Schallschluckplatten ausgekleidet.

Modernes Prüfzimmer

Die immer umfangreichen Prüfmethoden machten den Ausbau der Prüfstände notwendig.

Der Prüfstand Ennetmoos im Bau.

Der fertige Prüfstand Ennetmoos.

Verzeichnis der Flugmotoren der Gesamtausgabe

Die Flugmotoren der Schweiz		Seite
Oerlikon	50/60 PS	9
Maschinenfabrik Oerlikon	Ce Mü/10R (Prototyp)	11
Schweizerische Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur	LFW 160 (Prototyp)	13
Schweizerische Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur	LFW I	15
Schweizerische Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur	LFW II	17
Schweizerische Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur	LFW III	19
Schweizerische Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur	LFW 300 (Prototyp)	21
Schweizerische Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur	LFW IV	23
Adoph Saurer AG Arbon	AF (Prototyp)	25
Adoph Saurer AG Arbon	FLB 1000 (Prototyp)	27
Adoph Saurer AG Arbon	YS 2	29
Adoph Saurer AG Arbon	YS 3	31

Die deutschen Flugmotoren		
Argus	AS 70	35
Argus	AS II	37
Argus	AS III	39
Argus	AS 10 E/3	41
Argus	AS 410 A2	43
Argus	AS 411 TA	45
Benz	Bz IV	47
Bayerische Motoren Werke	BMW IIIa	49
Bayerische Motoren Werke	BMW IV	51
Bayerische Motoren Werke	BMW VI	53
Bayerische Motoren Werke	BMW 132 A/3	55
Bayerische Motoren Werke	BMW 801	57
Daimler	D I	59
Daimler	D III	61
Daimler	D IIIavü	63
Daimler	D Iva	65
Daimler-Benz	DB 601 Aa	67
Daimler-Benz	DB 601 E1	69
Daimler-Benz	DB 605 B1	71
Daimler-Benz	DB 603	73
Hirth	HM 504 A2	75
Hirth	HM 500	77
Hirth	HM 508 D	79
Junkers	Jumo 210 D	81
Junkers	Jumo 211 B	83
Junkers	Jumo 213	85
Maybach	Mb IV	87
Maybach	Mb Iva	89
Oberursel	U I	91
Oberursel	UR II	93
Rheinische Aerowerke	RAW 100	95
Siemens	Sh IIIa	97
Siemens	Sh 14 A4	99
Siemens	Bramo 323 "Fafnir"	101

Flugmotoren, die im Flieger Flab Museum Dübendorf ausgestellt sind.

Verzeichnis der Flugmotoren (Fortsetzung)

Die englischen Flugmotoren		Seite
Alvis	Leonides	105
Armstrong-Siddeley	Puma	107
Armstrong-Siddeley	Genet-Major I	109
Armstrong-Siddeley	Lynx Mk4	111
Bristol	Jupiter MkII	113
Bristol	Hercules IV	115
Cirrus-Hermes	Cirrus Hermes II	117
Napier & Son	Lion I	119
Napier & Son	Dagger III	121
Napier & Son	Sabre V	123
Napier & Son	Nomad	125
Rolls-Royce	Eagle (1915)	127
Rolls-Royce	Kestrel V	129
Rolls-Royce	Merlin 25	131
Rolls-Royce	V-1650 (Merlin)	133
Rolls-Royce	Griffon	135
Rolls-Royce	Eagle (1947)	137
Die französischen Flugmotoren		
Société Antoinette	Antoinette	141
Anzani	2-Zylider V	143
Anzani	3-Zylinder (ca. 80°)	145
Anzani	3-Zylinder (120°)	147
Anzani	6-Zylinder (Stern)	149
Clerget-Blin	9 Bza	151
Gnôme	Omega	153
Gnôme	Gamma	155
Gnôme	Lambda	157
Gnôme	Monosoupape B	159
Gnôme	9N Monosoupape	161
Le Rhône	9 JB	163
Gnôme et Rhône	9 Abx Jupiter	165
Hispano Suiza	8 Aa (HS 41)	167
Hispano Suiza	8 Ab (HS 41)	169
Hispano Suiza	8 Fb (HS 42)	171
Hispano Suiza	12 Jb (HS 52)	173
Hispano Suiza	12 Hb (HS 51)	175
Hispano Suiza	12 Mb (HS 57)	177
Hispano Suiza	12 Nb (HS 61)	179
Hispano Suiza	12 Ycrs (HS 77)	181
Hispano Suiza	12 Y (HS 51)	183
Lorraine-Dietrich	12 D	185
Renault	R-80	187
Renault	12 K	189
Salmson	M 9	191
Salmson	R 9	193
Salmson	Z 9	195
Salmson	AD 9	197
Société Emil Régnier	4 L.0	199

Flugmotoren, die im Flieger Flab Museum Dübendorf ausgestellt sind.

Die Flugmotoren Anzani 3-Zylinder (Seite 145) und Salmson AD 9 (Seite 197) sind im Verkehrshaus der Schweiz in Luzern ausgestellt.

Verzeichnis der Flugmotoren (Fortsetzung)

Die italienischen Flugmotoren		Seite
Fiat	A 10	203
Fiat	A 12 bis	205
Fiat	A 74 RC	207
Isotta-Fraschini	V 6	209
SPA	6 A	211

Die österreichischen Flugmotoren		
Austro-Daimler	AD DM 160	215
Austro-Daimler	AD 210	217
Hiero (Warcholowski & Eissler)	L 240/250	119

Die amerikanischen Flugmotoren		
Allison	V-1710-C15	223
Franklin	6 V4-200-C33	225
Jacobs	R-755	227
Liberty (Packard)	Liberty	229
Lycoming	O-290-D	231
Lycoming	O-320-A2B	233
Lycoming	GO-435-C2-A2	235
Lycoming	GSO-480-B1A6	237
Lycoming	JGSO-540-A,B	239
Pratt & Whitney	R-985 Wasp-Junior	241
Pratt & Whitney	R-1340 Wasp	243
Pratt & Whitney	R-1830 Twin Wasp	245
Pratt & Whitney	R-2000 Twin Wasp	247
Pratt & Whitney	R-2180 Twin Wasp	249
Pratt & Whitney	R-2800 Double Wasp	251
Pratt & Whitney	R-4360 Wasp Major	253
Curtis-Wright Corp.	9Qc (Whirlwind)	255
Curtis-Wright Corp.	R-1820 (Cyclone 9)	257
Curtis-Wright Corp.	R-2600 (Double Cyclone)	259
Curtis-Wright Corp.	R-3350 T18 (Turbo Compound)	261

Flugmotoren, die im Flieger Flab Museum Dübendorf ausgestellt sind.

Anhang

Masseinheiten und Umrechnungsfaktoren

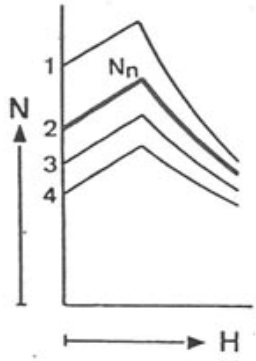
Das internationale Einheitensystem wurde 1970 eingeführt. Leistungsangaben und Datentafeln der Kolbenmotoren wurden bis zu diesem Zeitpunkt in den alten Masseinheiten angegeben.
In der nachfolgenden Tabelle sind die neuen und die alten Einheiten und die entsprechenden Umrechnungsfaktoren angegeben.

Masse:	*kg*, auch mg, g und t (Tonne)				
Dichte:	*kg/dm³*				
Zeit:	*s* (sec) auch min, h (Stunde)				
Geschwindigkeit:	*m/s* auch km/h				
Drehzahl:	*t/min* auch min^{-1}				
Kraft:	*kp;*	1 kp	= 9,8066 N;	1 N	= 0,1019 kp
Druck:	*bar;*	1 bar	= 1,0197 kg/cm²;	1 kg/cm²	= 0,9806 bar
	1 kg/cm²	= 735,6 mm Hg;	1 mm Hg	= 0,00136 kg/cm²	
	1 Atm	= 760 mm Hg	= 1,033 kg/cm²	= 1,013 bar	
Drehmoment:	*mkg;*	1 mkg	= 9,8066 Nm;	1 Nm	= 0,1020 mkg
Leistung:	*kW;*	1 kW	= 1,3596 PS;	1 PS	= 0,7355 kW
Temperatur:	°C auch K (Kelvin) absoluter Nullpunkt 273,15 K				
Energie, Arbeit, Wärme:	*J* (Joule) auch kJ				
Energie:	mkp;	1 mkp	= 9,8066 J;	1 J	= 0,1020 mkp
Arbeit:	kWh;	1 kWh	= 3600 kJ;	1 kJ	= 0,000278 kWh
		1 PSh	= 0,7355 kWh;	1 kJ	= 1,3596 PSh
Wärme:	kcal;	1 kcal	= 4,1868 kJ;	1 kJ	= 0,2388 kcal
Luftdurchsatz:	*kg/s* auch g/s, kg/h				
Leistungsbezogener spezieller Verbrauch:	*g/kJ* auch g/kWh;	1 g/kWh	= 0,7355 g/PSh;	1 g/PSh	= 1,3596 g/kWh
Schubbezogener spezieller Verbrauch:	*kg/Ns* auch kg/kNh;	1 kg/kNh	= 0,009807 kg/kgh;	1 kg/kgh	= 101,972 kg/kNh

Kennzeichnung der verschiedenen Leistungen

Um Motoren verschiedener Herkunft in bezug auf absolute und spezifische Leistung (Gewicht pro PS) miteinander vergleichen zu können, sind gleiche, genau umschriebene Betriebszustände Voraussetzung.
Bei den ersten Flugmotoren gab man für die Leistung noch eine einzige PS-Zahl an. Das war die Leistung, die der Motor auf dem Prüfstand während ca. 1 Stunde, ohne Schaden zu nehmen, aushielt. Während des Ersten Weltkrieges gab man dann zwei PS-Zahlen an, z.B. 90/80. Die erste Zahl war dabei die Höchstleistung, die der Motor für kurze Zeit, z.B. für den Start, abgab. Die zweite Zahl war die Leistung, die der Motor bei etwas kleinerer Drehzahl dauernd abgeben konnte.

Später genügten diese Bezeichnungsunterschiede nicht mehr. Es wurden neue Begriffe eingeführt:

- *Die Nennleistung* N_n ist die grösste Leistung, die während z.B. 5 min bis auf die Nennhöhe H entnommen werden kann, wobei unter der Nennhöhe die Volldruckhöhe verstanden ist, bis zu welcher der für diese Belastung vorgesehene Ladedruck aufrechterhalten werden kann.
- *Die Start- und Notleistung 1* (oder auch erhöhte Kurzleistung) ist die höchstzulässige Belastung, die für ganz kurze Zeit, z.B. während 1 min für den Start oder im Notfall entnommen werden darf.
- *Die Steig- und Kampfleistung 2* ist die höchstzulässige Belastung für den Steig- und Kampfflug, in der Regel während 5 min Sie ist meistens identisch mit der Nennleistung.
- *Die höchstzulässige Dauerleistung 3* ist die höchstzulässige Belastung eines Motors während einer nichtbegrenzten Zeit beim Horizontalflug in beliebigen Höhen.
- *Die Sparleistung 4* ist die für ein bestimmtes Flugzeug empfohlene Dauerleistung.

Im Laufe der Zeit und je nach Herstellerland etwas abweichend, wurden diese verschiedenen Betriebszustände quantitativ in %-Abweichungen von der Nennleistung festgelegt.