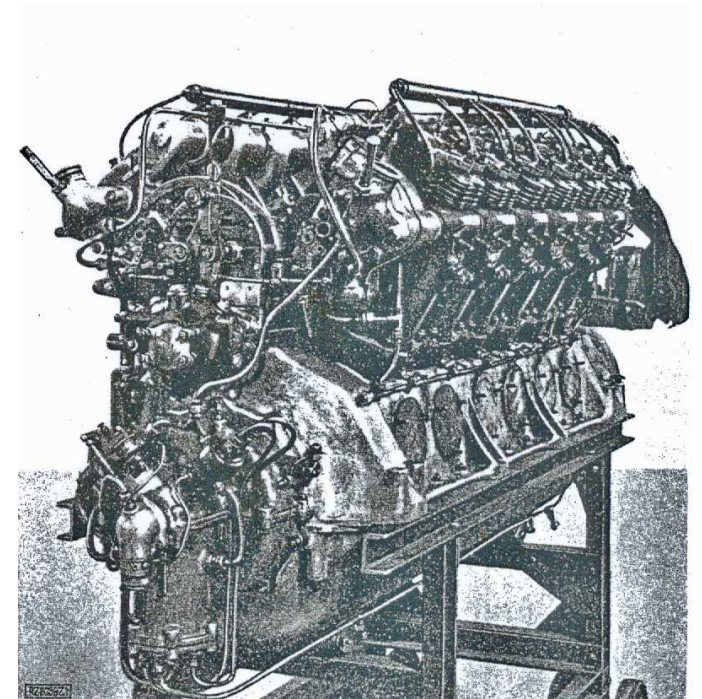


Der Maybach-Motor VL2

Wie ein Luftschiffmotor nach 70 Jahren wieder lauffähig wurde

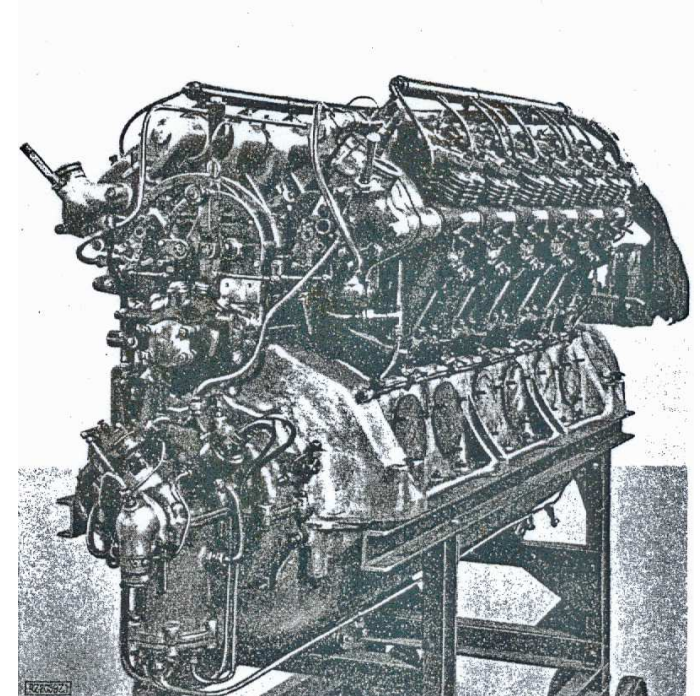
Referent: Prof. Dr.-Ing. Martin Freitag

meinem Vater gewidmet



0 Einleitung

- 1 Daten und Beschreibung des Motors VL2
- 2 Projekt Reanimation
- 3 Der Motor läuft wieder



Der Maybach-Motor VL2 als Antrieb für LZ 127



LZ 127 Aufnahme aus dem Jahr 1930

236,6 m lang, 30,5 m Durchmesser, Traggasvolumen 105000 m³

$v = 115$ km/h; $v_{\max} = 128$ km/h; Reichweite 12000 km

Indienststellung 18. September 1928

Antrieb: fünf 12-Zylinder Maybach-VL 2-Ottomotoren mit 419 kW bei 1600 min⁻¹; Kraftstoff: Blaugas oder Benzin



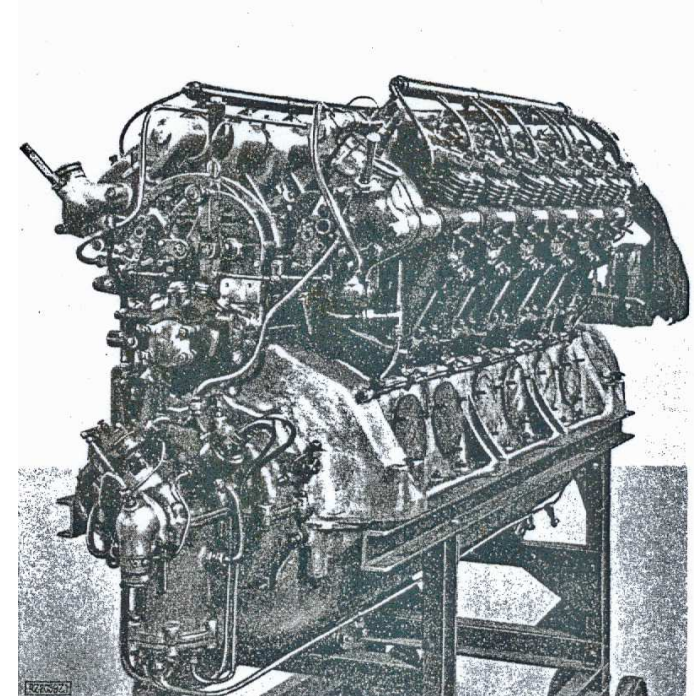
Die Weltfahrt ([Weltumrundung](#)) im Jahr 1929 wurde in mehreren Abschnitten zwischen dem 1. August und dem 4. September in östlicher Richtung absolviert und kann in die *amerikanische Weltfahrt* (Start/Ziel NYC) und die *deutsche Weltfahrt* unterteilt werden. Es kam zu Zwischenlandungen in Friedrichshafen, [Tokio](#), [Los Angeles](#) und [Lakehurst](#) bei [New York](#). Dabei wurden innerhalb von 35 Tagen in 6 Etappen insgesamt 49.618 km zurückgelegt.

0 Einleitung

1 Daten und Beschreibung des Motors VL2

2 Projekt Reanimation

3 Der Motor läuft wieder

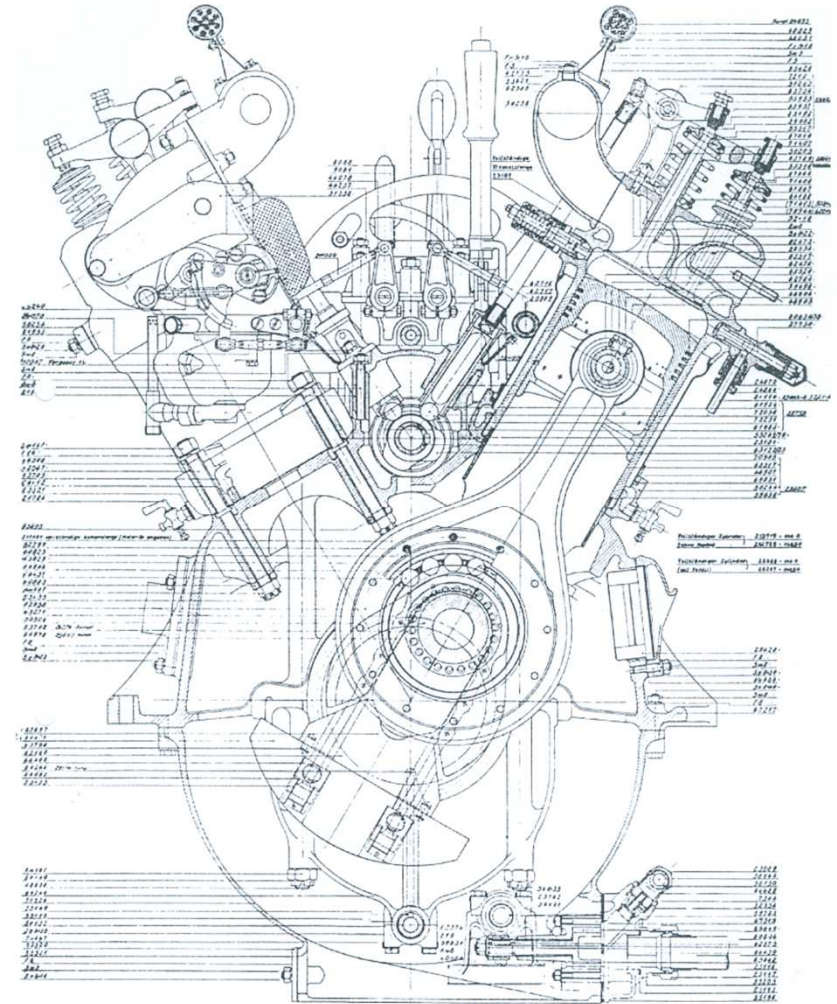


Maybach-Motor VL2: Technische Daten

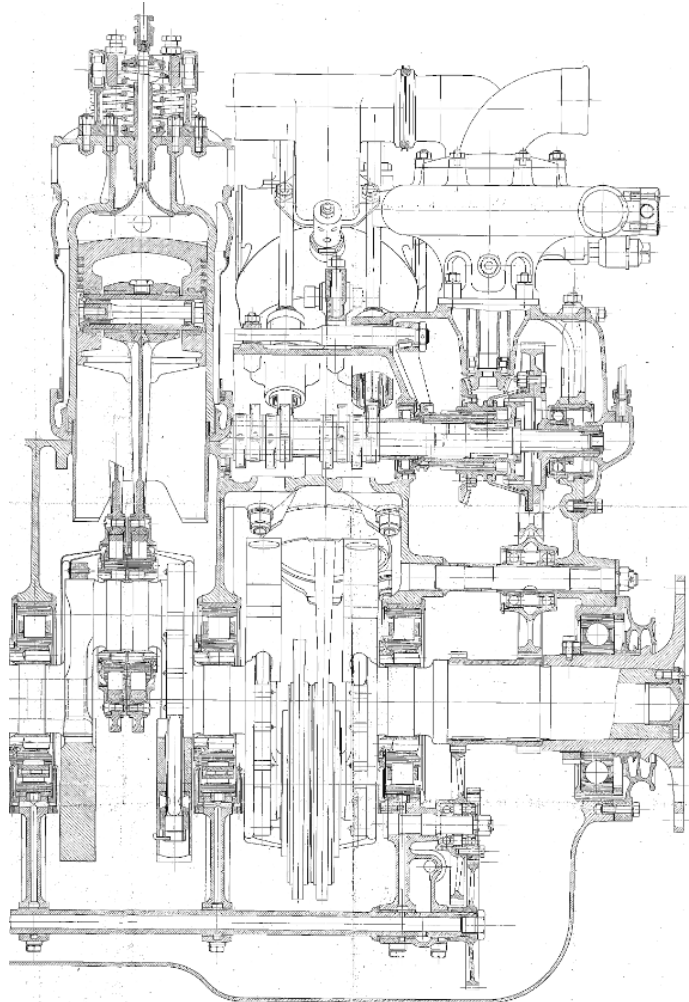


Bezeichnung:	VL2
Leistung:	419 kW (570 PS)
Drehzahl:	1600 min ⁻¹
Taktzahl:	4
Zylinderzahl:	12
V-Winkel:	60°
Bohrung:	140 mm
Hub:	180 mm
Verd.-Verh. ϵ :	7,0
Mitteldruck:	9,45 bar
Kraftstoff(e):	Kraftgas („Blaugas“, 90% der Betriebszeit); flüssiger Kraftstoff: 80% Benzol / 20% Benzin
spez. Verbrauch:	275 g/kWh für flüssigen Kraftstoff
Masse:	1140 kg
Masse/Leist.-Verh.:	2,72 kg/kW
Besonderheiten:	wassergekühlt umsteuerbar Druckluftanlassung
Anwendung:	Luftschiffmotor (als SVL2 auch Bootsmotor)

Blaugas (nach Dr. Blau):
etwa gleiche Dichte (g/dm³)
wie Luft, Auftriebsausgleich



Maybach-Motor VL2: Querschnitt



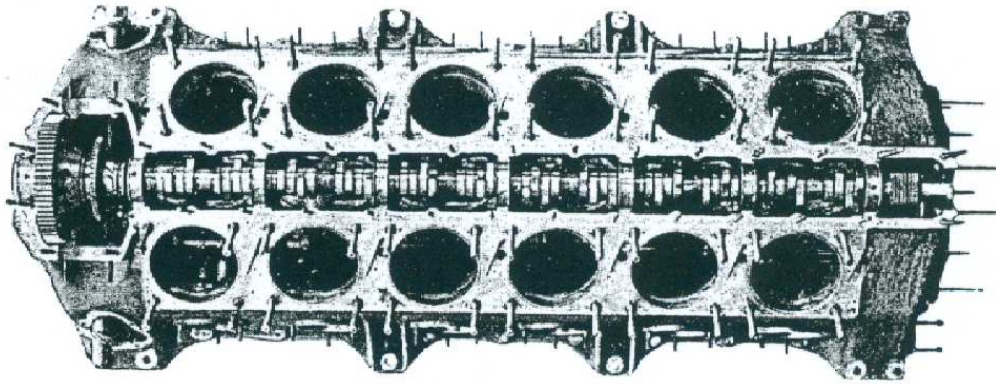
Längsschnitt Antriebsseite V12 u. SV12

niedriges zweiteiliges Al-Kurbelgehäuse
aufgesetzte Einzelzylinder (GG-Kopf und -Laufbuchse)
unterer Teil der Buchse aus Stahl, mit GG-Teil verschraubt
Stahlblech-Wassermantel

rollengelagertes Triebwerk
gebaute Kurbelwelle, hängend
angeschraubte Gegenmassen an allen Wangen
Stahlguss-Grundlagerdeckel
geschl. Pleuelaugen, Wälzlagerung
Pleuel nebeneinander angeordnet
Al-Kolben

eine rollengelagerte Nockenwelle im V
Rollenstößel
ein Einlass-, zwei Auslassventile

Gemisch innen, Abgas (luftgekühlt) außen
vier Vergaser, umstellbar auf Kraftgasbetrieb
zwei Zündkerzen pro Zylinder



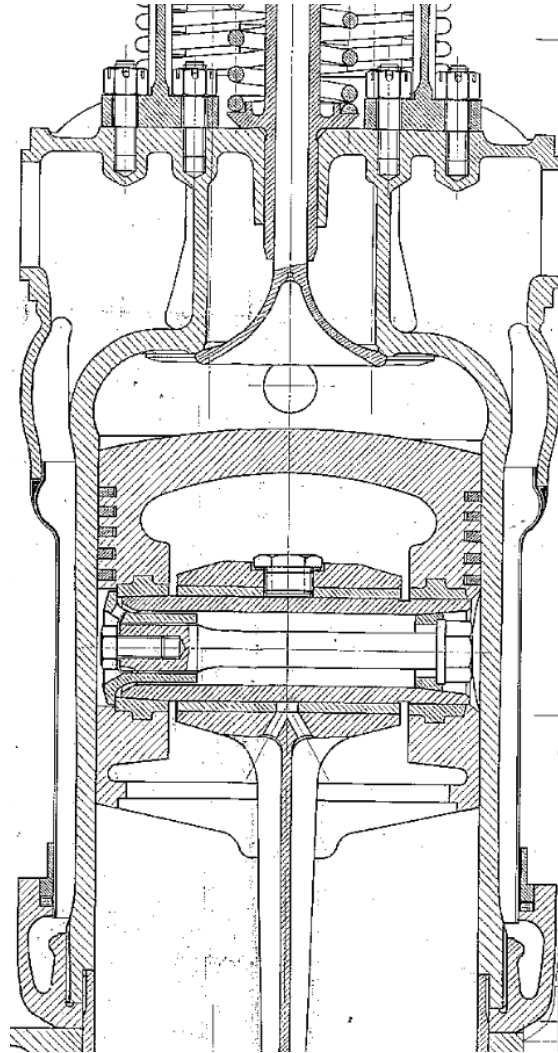
niedriges zweiteiliges Al-Kurbelgehäuse
aufgesetzte Einzelzylinder (GG-Kopf und -Laufbuchse)
unterer Teil der Buchse aus Stahl, mit GG-Teil verschraubt
Stahlblech-Wassermantel

rollengelagertes Triebwerk
gebaute Kurbelwelle, hängend
angeschraubte Gegenmassen an allen Wangen
Stahlguss-Grundlagerdeckel
geschl. Pleuelaugen, Wälzlagerung
Pleuel nebeneinander angeordnet
Al-Kolben

eine rollengelagerte Nockenwelle im V
Rollenstößel
ein Einlass-, zwei Auslassventile

Gemisch innen, Abgas (luftgekühlt) außen
vier Vergaser, umstellbar auf Kraftgasbetrieb
zwei Zündkerzen pro Zylinder

Maybach-Motor VL2: Querschnitt



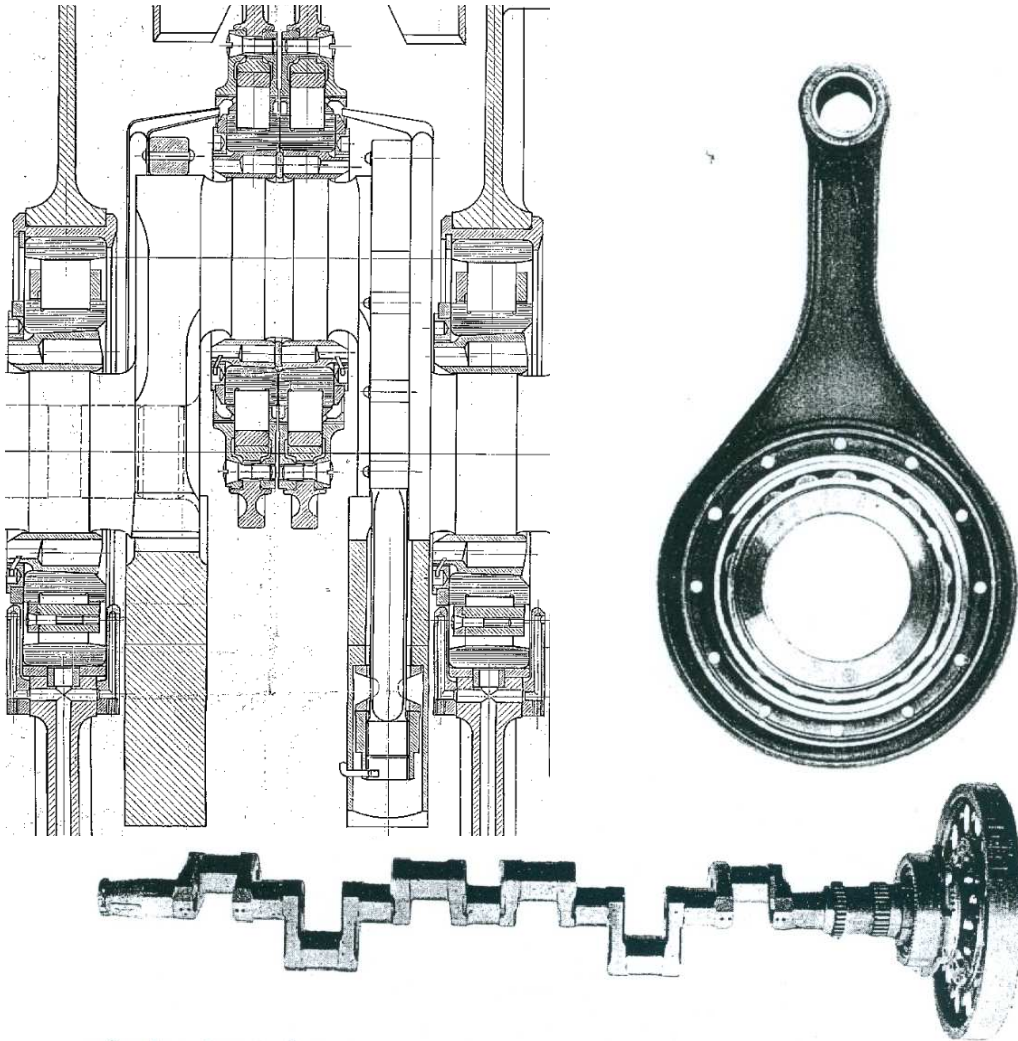
niedriges zweiteiliges Al-Kurbelgehäuse
aufgesetzte Einzelzylinder (GG-Kopf und -Laufbuchse)
unterer Teil der Buchse aus Stahl, mit GG-Teil verschraubt
Stahlblech-Wassermantel

rollengelagertes Triebwerk
gebaute Kurbelwelle, hängend
angeschraubte Gegenmassen an allen Wangen
Stahlguss-Grundlagerdeckel
geschl. Pleuellaugen, Wälzlagerung
Pleuel nebeneinander angeordnet
Al-Kolben

eine rollengelagerte Nockenwelle im V
Rollenstößel
ein Einlass-, zwei Auslassventile

Gemisch innen, Abgas (luftgekühlt) außen
vier Vergaser, umstellbar auf Kraftgasbetrieb
zwei Zündkerzen pro Zylinder

Maybach-Motor VL2: Querschnitt



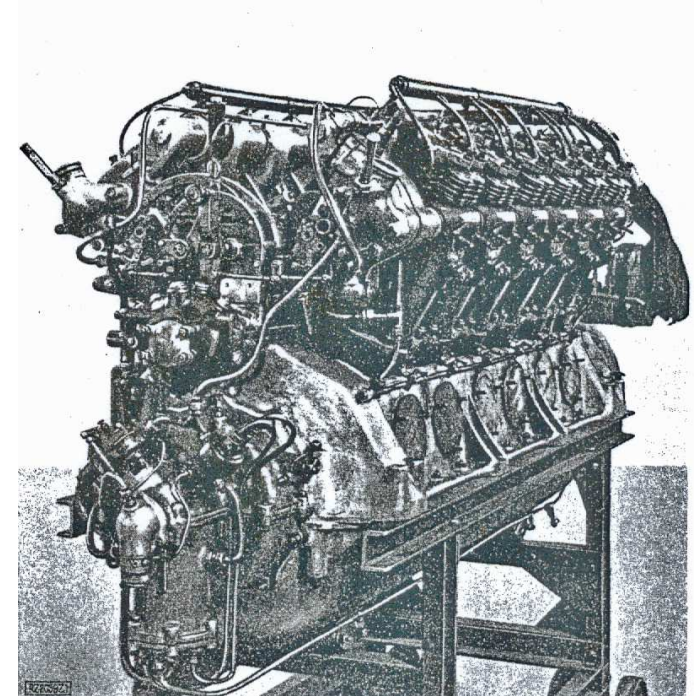
niedriges zweiteiliges Al-Kurbelgehäuse
aufgesetzte Einzelzylinder (GG-Kopf und -Laufbuchse)
unterer Teil der Buchse aus Stahl, mit GG-Teil verschraubt
Stahlblech-Wassermantel

rollengelagertes Triebwerk
gebaute Kurbelwelle, hängend
angeschraubte Gegenmassen an allen Wangen
Stahlguss-Grundlagerdeckel
geschlossene Pleuelaugen, Wälzlagerung
Pleuel nebeneinander angeordnet
Al-Kolben

eine rollengelagerte Nockenwelle im V
Rollenstößel
ein Einlass-, zwei Auslassventile

Gemisch innen, Abgas (luftgekühlt) außen
vier Vergaser, umstellbar auf Kraftgasbetrieb
zwei Zündkerzen pro Zylinder

- 0 Einleitung
- 1 Daten und Beschreibung des Motors VL2
- 2 Projekt Reanimation**
- 3 Der Motor läuft wieder





Idee und Sponsoren:

Dr. Meighörner und Prof. Spägele

Warum ich?

Motorenbauer, unfreiwilliger Schrauber

Sound noch einmal hören

Gestaltung der Abgasanlage,

Schallschutz der Gondel

Volllast bei 115 km/h

5 Motoren

Propellergeräusch

Freifeld (oben in der Luft)

Aber: Warum nicht?

Interessante Aufgabe auf jeden Fall!



ZEPPELIN MUSEUM FRIEDRICHSHAFEN
TECHNIK UND KUNST

Dr. Meighörner

Herr Bleibler

Budget: Zeppelinmuseum FN



VL2 Zeppelinmuseum FN
Motorengondel
Zündung

VL2 Zeppelinheim Frankfurt
Triebwerk
Komponenten der Gemischbildung
und -führung

VL2-„Erdfund“Frankfurt
Besterhaltener „ZB“
Lieferant für Zusatzinformationen

„aus 3 mach 1“

lauffähiger VL2
Dokumentation der Bauteile
Tonaufnahmen

- Kooperation Zeppelinmuseum und Technikbereich der BA Ravensburg
- Budget: Zeppelinmuseum
- mehrere Studienarbeiten betreut durch Prof. Freitag
- Sponsoren finden
- Projektpartner finden (z.B. Prüfstand)

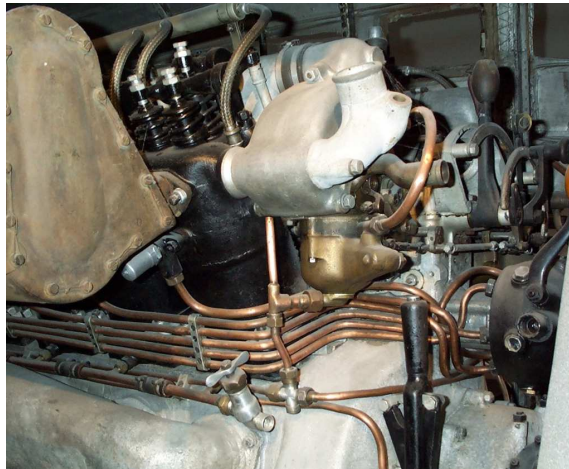
VL2 im Zeppelinmuseum in FN



ZEPPELIN MUSEUM FRIEDRICHSHAFEN
TECHNIK UND KUNST

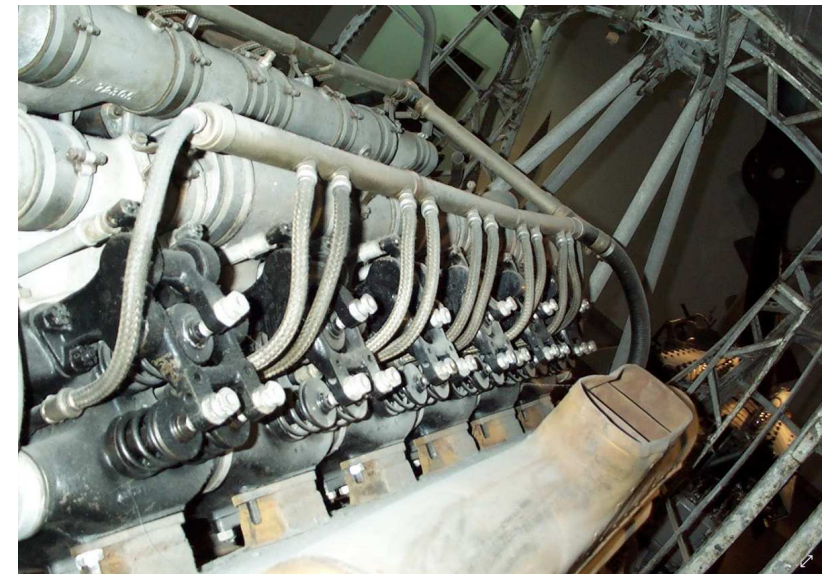
Daten

Ort	Seestraße 22, 88045 Friedrichshafen
Art	Technikmuseum, Kunstmuseum
Architekt	Karl Hagenmayer
Eröffnung	1996
Besucheranzahl (jährlich)	mehr als 240.000 ^[1]
Betreiber	Zeppelin Museum Friedrichshafen GmbH
Leitung	Claudia Emmert
Website	www.zeppelin-museum.de



kein Triebwerk ☹️

Gemischführung, Abgasführung, Verrohrung,
Zündbesteck und weitere Peripherie gut erhalten
Sollte nicht aus der Gondel gebaut werden



VL2 im Zeppelinheim in Frankfurt



Daten

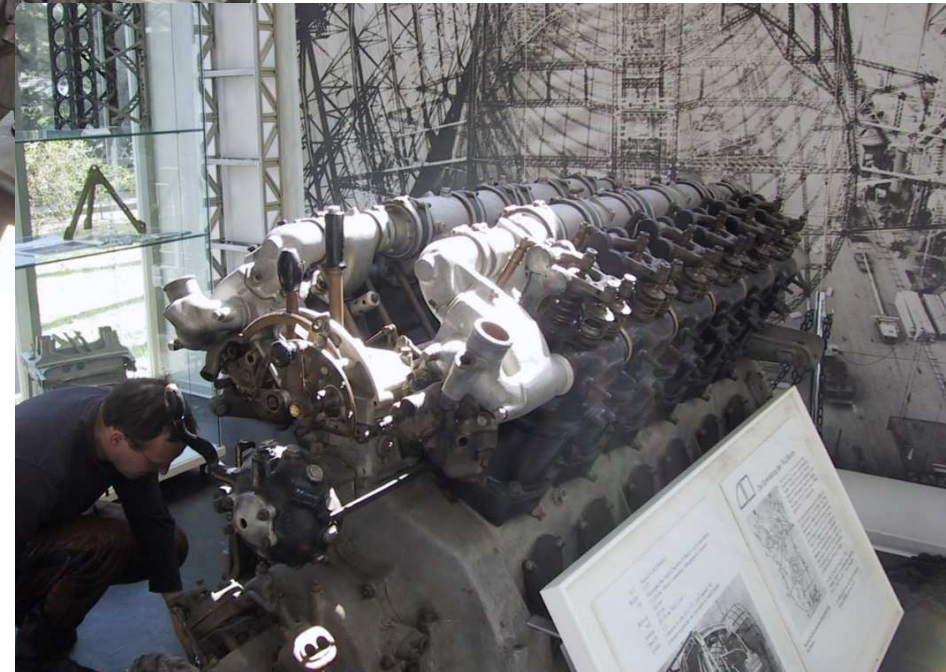
Ort Kapitän-Lehmann-Straße 2,
63263 Neu-Isenburg

Art [Luftfahrtmuseum](#)

Eröffnung 1988

Betreiber Stadt Neu-Isenburg in Kooperation mit dem
Verein für Zeppelin-Luftschiffahrt
Zeppelinheim e.V.

Website www.zeppelin-museum-zeppelinheim.de



Triebwerk enthalten
Peripherie nur teilweise vorhanden
keine Abgasführung
keine Zündung,
sogar Gehäuse fehlte (Bruch)

VL2-“Bodenfund“ im Zeppelinheim in Frankfurt



Daten

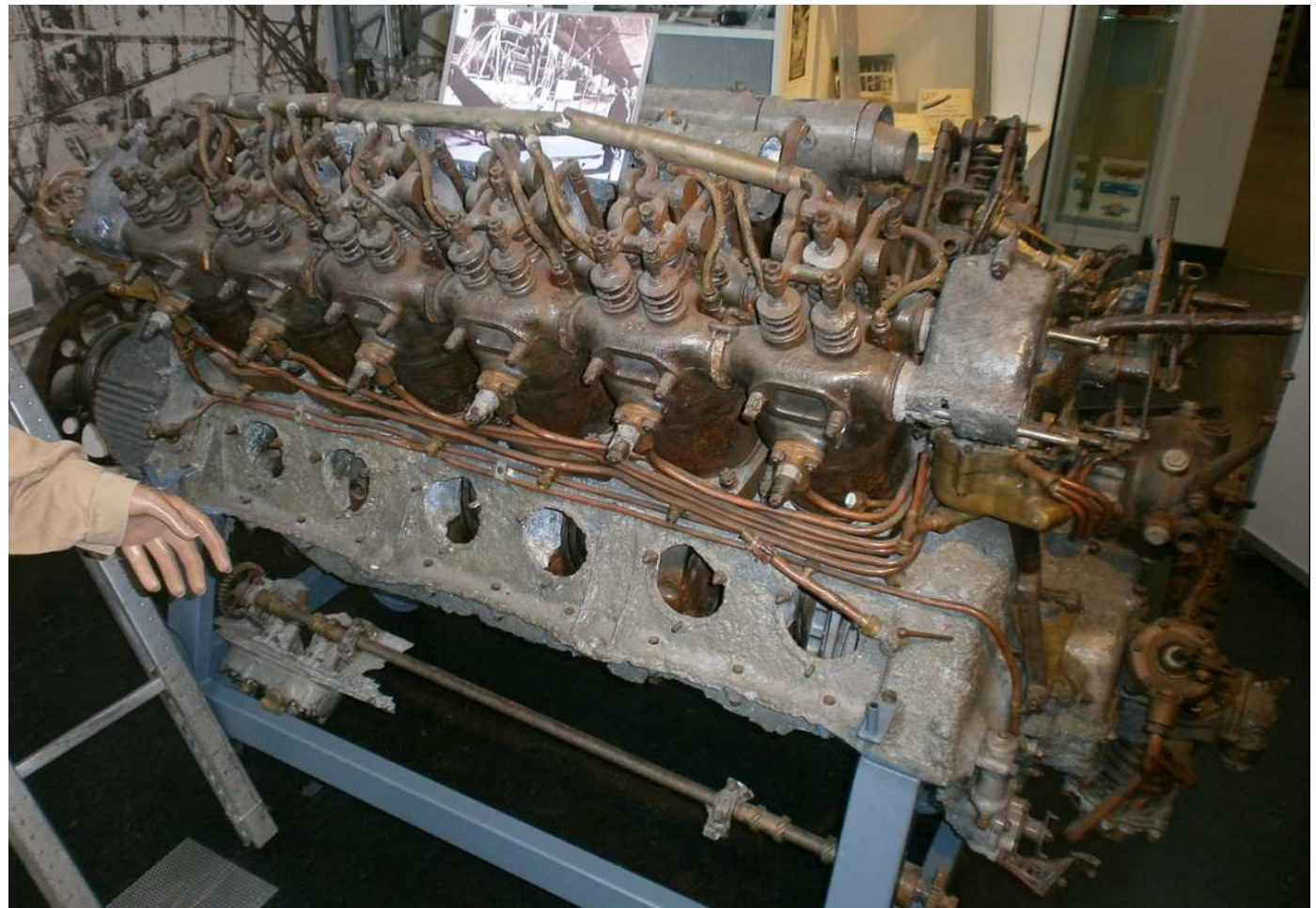
Ort Kapitän-Lehmann-Straße 2,
63263 Neu-Isenburg

Art [Luftfahrtmuseum](#)

Eröffnung 1988

Betreiber Stadt Neu-Isenburg in Kooperation mit dem
Verein für Zeppelin-Luftschiffahrt
Zeppelinheim e.V.

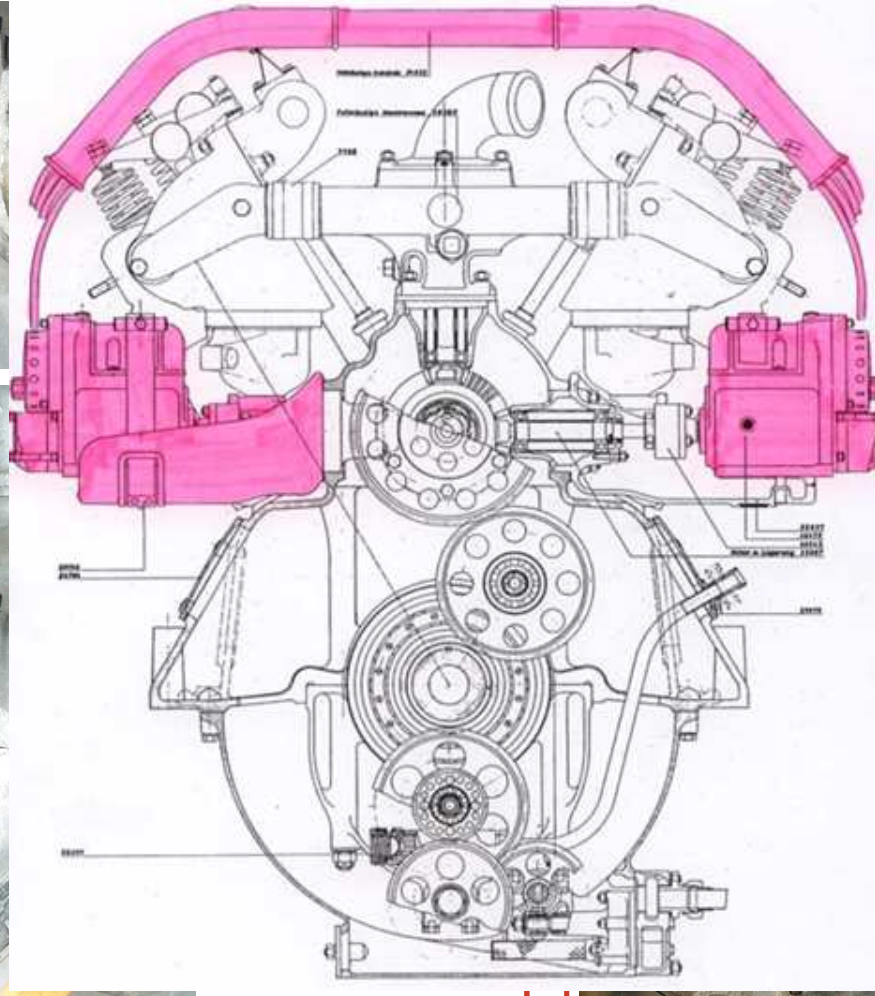
Website www.zeppelin-museum-zeppelinheim.de



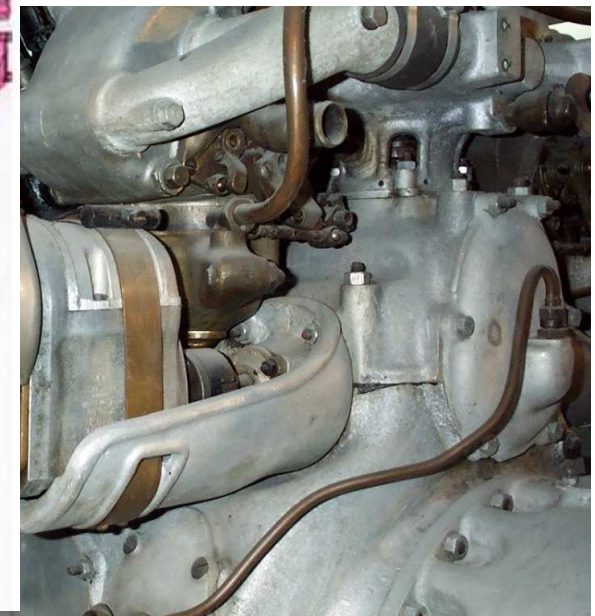
Austauschteile am Beispiel Zündung



Zeppelinheim-Motor
Frankfurt

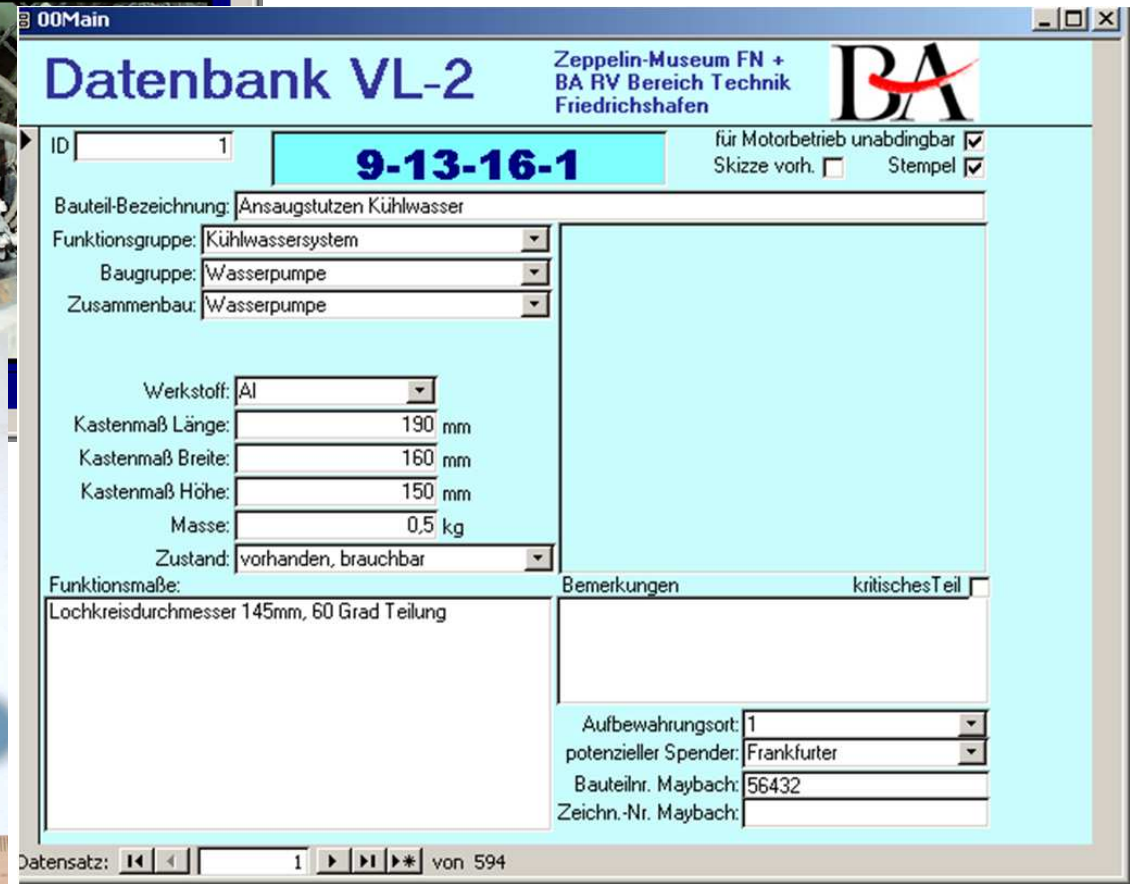


-Motor





Studenten:
„Spaßbremse Datenbank“





Honen der Laufbuchsen



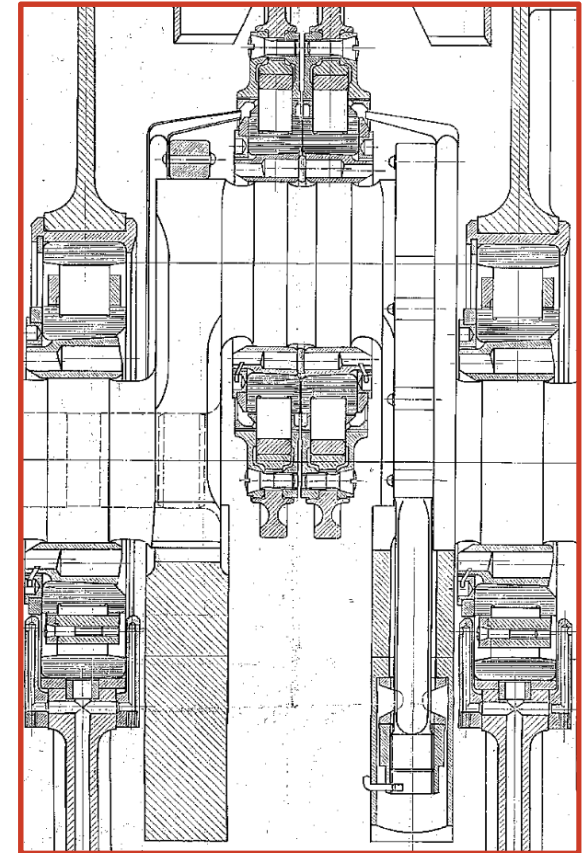
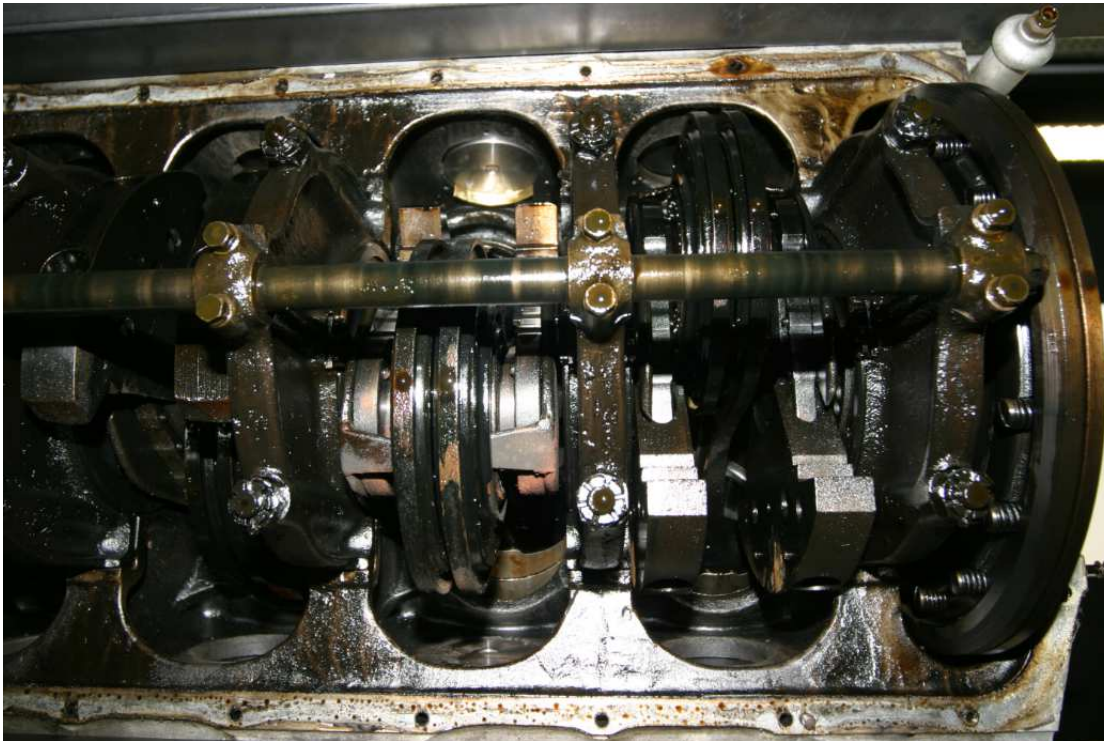
Besondere Aspekte der Restaurierungsarbeiten: Grund- und Pleuellager



Besuch bei Eugen Bentele, letzter lebender Mechaniker/Motorenwart für Zeppelinmotoren Frühjahr 2004

Guter Rat:

„Wenn nicht unbedingt nötig, nichts an Grund- und insbesondere Pleuellagern verändern!“



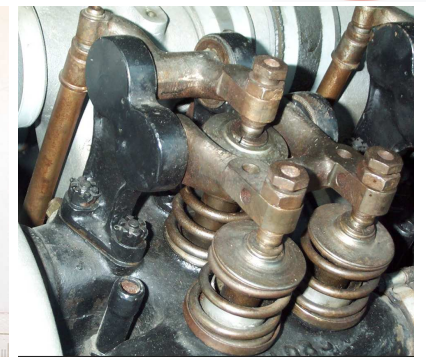
Maybach-Motor VL2: Details



Detail: Kompressor (?)



Detail: Laufbuchse (Honung!)



Detail: Ventile



Detail: Ölwanne

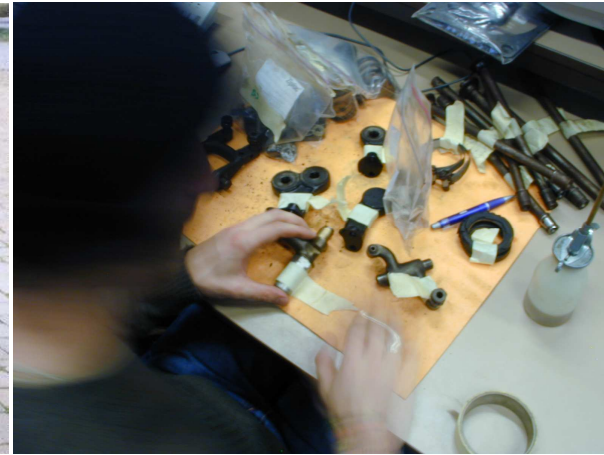


Detail: Gemischführung



Detail: Wasserführung

Studententeam bei der Arbeit



Besondere Aspekte der Restaurierungsarbeiten: Gemischbildungseinrichtungen 1



Schwierigkeiten:

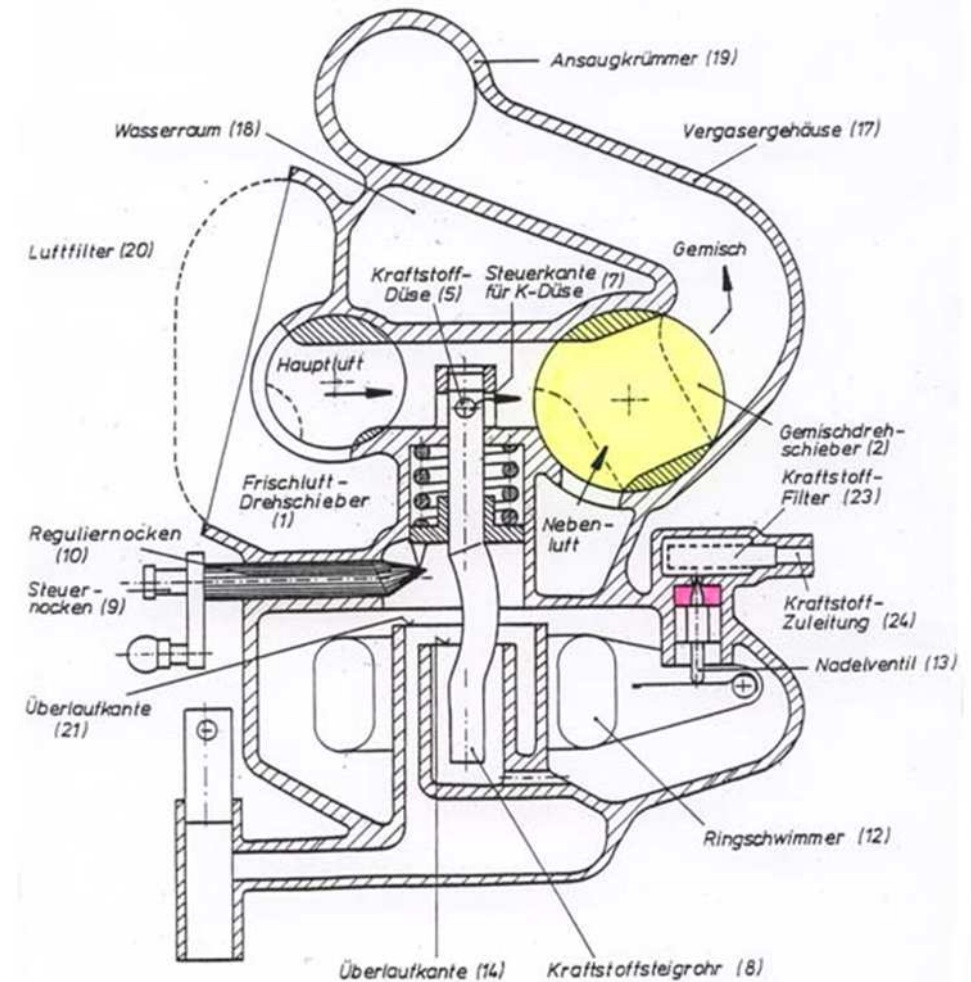
Pleuellager (nach gutem Rat von Eugen Bentele)

Fehlteile/Ersatzteile

Propeller Ausmessen bei Zeppelin

Durch Franzosen (?) unbrauchbar gemachte Komponenten

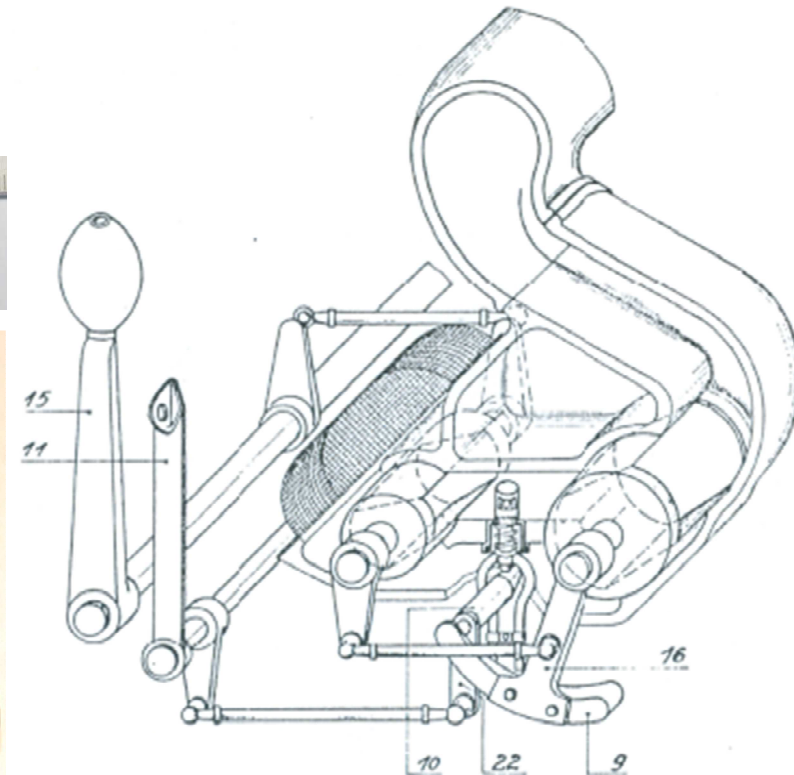
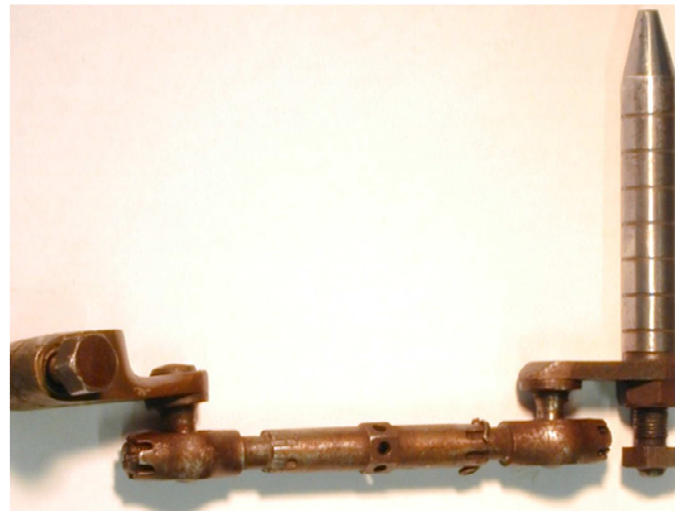
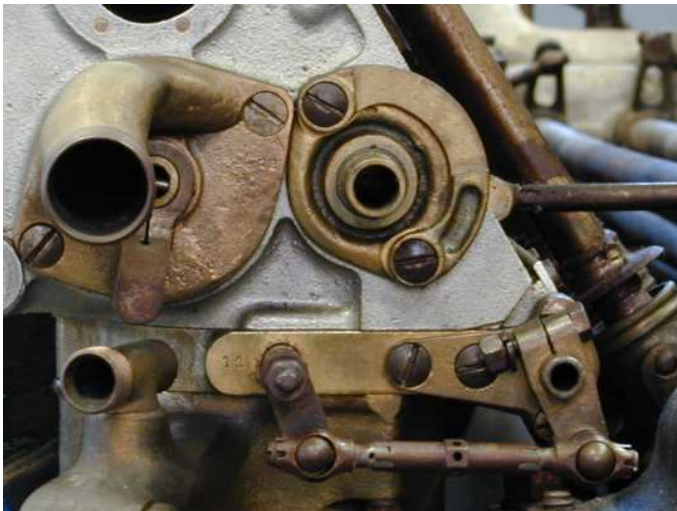
Vergaser



Besondere Aspekte der Restaurierungsarbeiten: Gemischbildungseinrichtungen 2



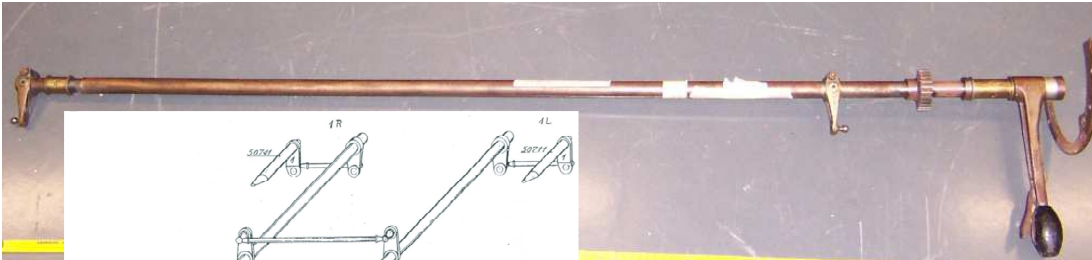
Mechanische Übertragung der Einstellungen
Gestänge, Kugelköpfe
Fehlteile, beschädigte Teile



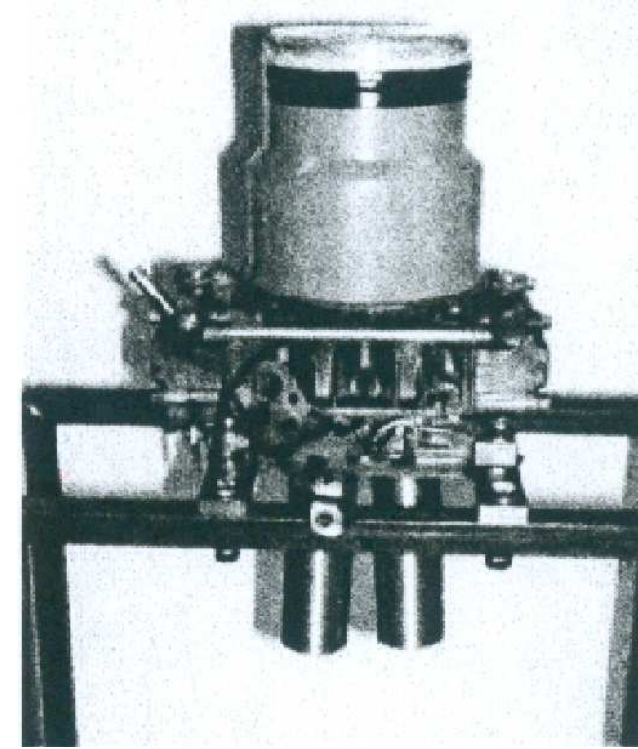
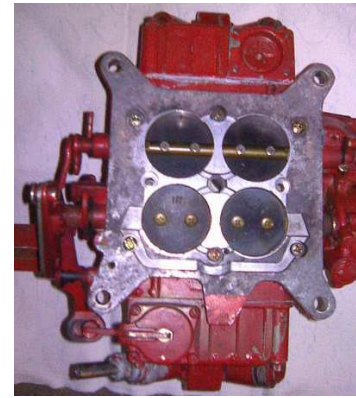
Besondere Aspekte der Restaurierungsarbeiten: Gemischbildungseinrichtungen 3



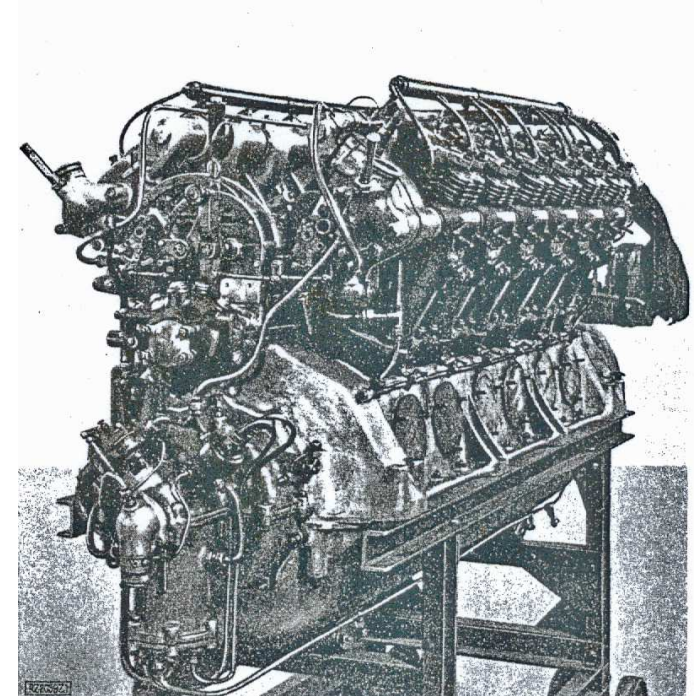
Mechanische Übertragung der Einstellungen an den Vergasern längs Motor



Lösung nach rechnerischer Auslegung:
Holley-Vergaser (US-Car Zubehörhändler Uhldingen)



- 0 Einleitung
- 1 Daten und Beschreibung des Motors VL2
- 2 Projekt Reanimation
- 3 Der Motor läuft wieder**



Problem Prüfstand



Unterstützung durch Fa. Linnig Antriebstechnik

Herr Linnig

Herr Dingler

Herr Engelhardt

Herr Klotz



Prüfstandskonzept

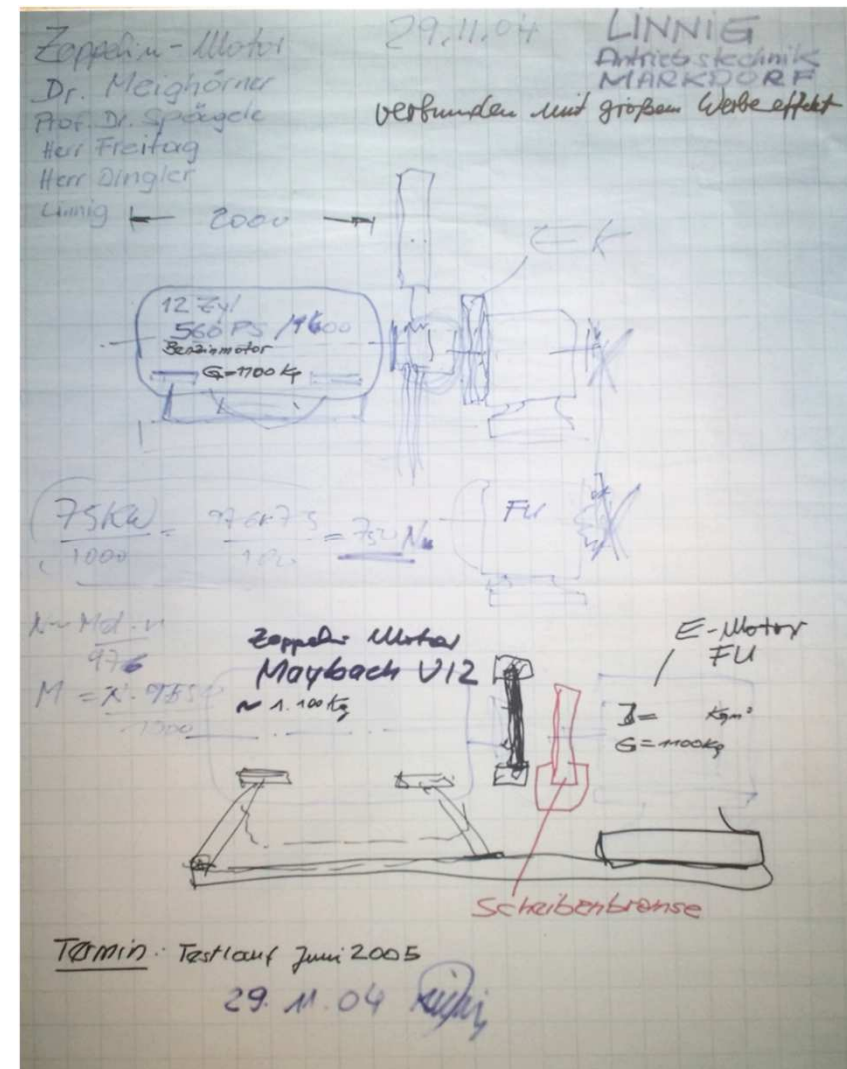
Arbeitsschutz/Brandschutz

Sicherheit

Kraftstoffversorgung

Aufgabenstellung:

- Sicherung von Gesundheit und Leben der Beteiligten
- Sicherung des Motors vor Beschädigung
- Sicherung des Prüfstandes

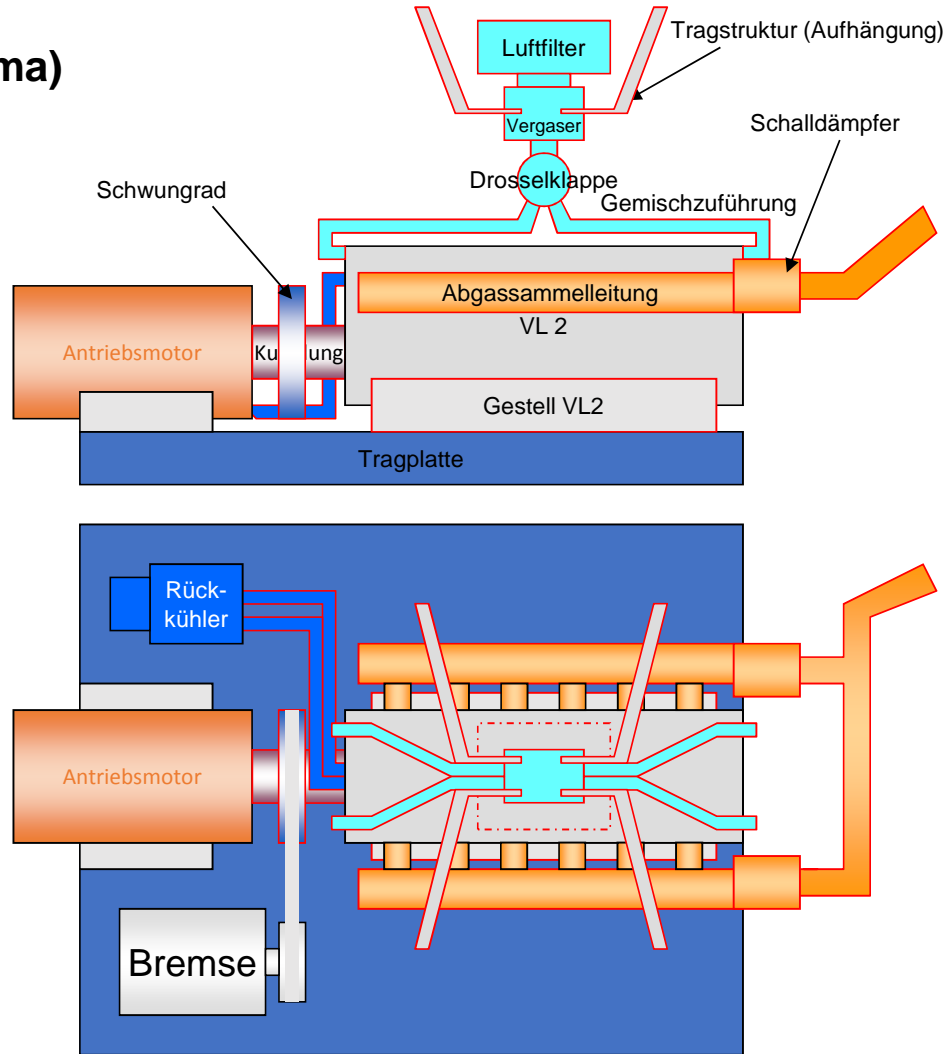


Prüfstands Aufbau (Schema) bei Fa. LINNIG, Markdorf



rot umrandete Bauteile/-gruppen sind zu entwickeln/beschaffen

Bestandteile der Steuerung und Sicherheitseinrichtung sind nicht dargestellt
keine maßstäbliche Darstellung





Prüfstands Aufbau bei Fa. LINNIG, Markdorf



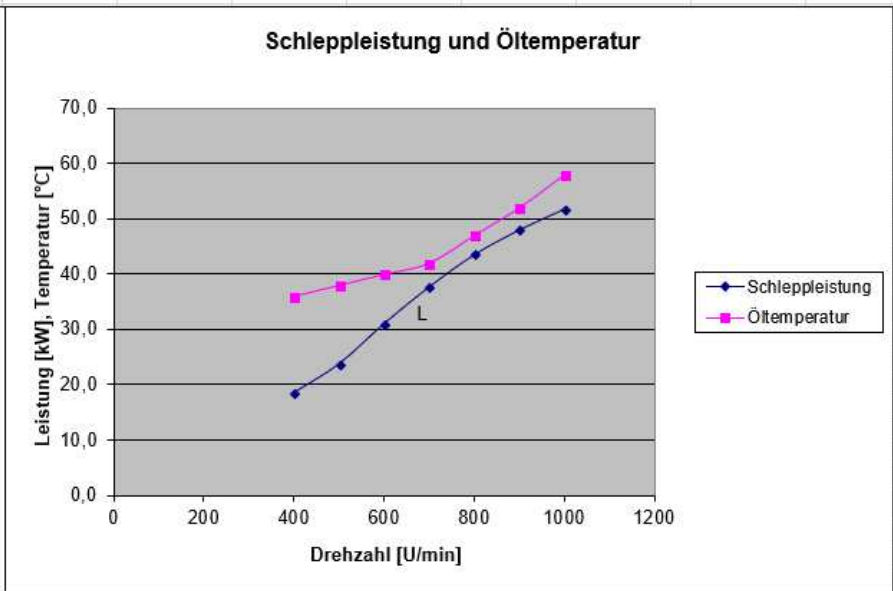
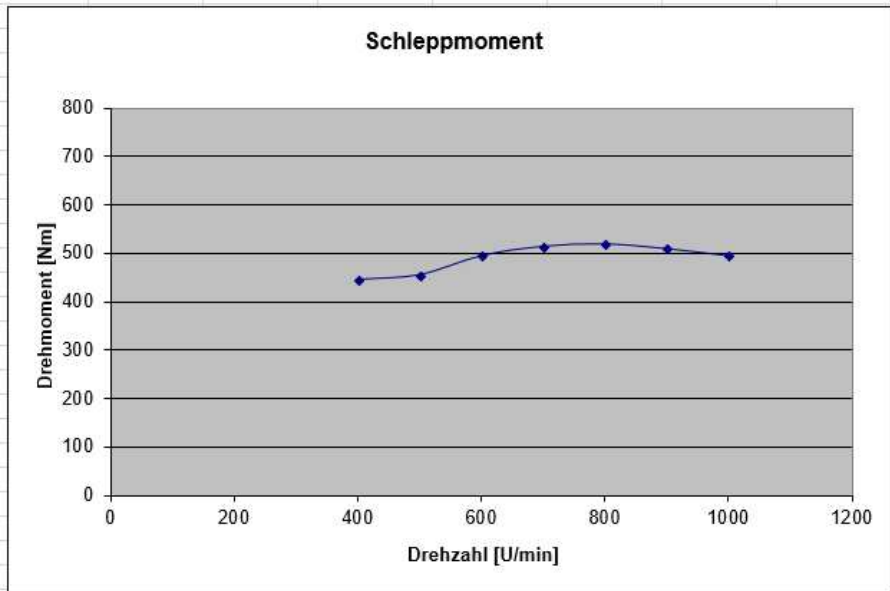
Schnellabschaltung:	Vermeiden von Überdrehzahlen und Abbau des Motors
Unterbrechung der Gemischzufuhr durch - Abtrennen der Gemischzufuhrleitungen - Schließen der Drosselklappe - Unterbrechung der Kraftstoffzufuhr (sehr langsam)	
Absaugung aus den Abgassammelrohren und aus dem Prüfstandsraum ins Freie	Vermeiden von Ansammeln von zündfähigem Gemisch, Vermeidung von Verpuffungen
Eingrenzung des Motorbetriebsraums durch ausreichend stabile Wände und Türen Türen geschlossen halten	Vermeiden von Schäden an Gesundheit und Leben bei Prüfstandsfehlfunktionen
Striktes Aufenthaltsverbot im Prüfstandsraum während des Motorbetriebs	Vermeiden von Schäden an Gesundheit und Leben bei Prüfstandsfehlfunktionen



Prüfstandsergebnisse bei Fa. LINNIG, Markdorf

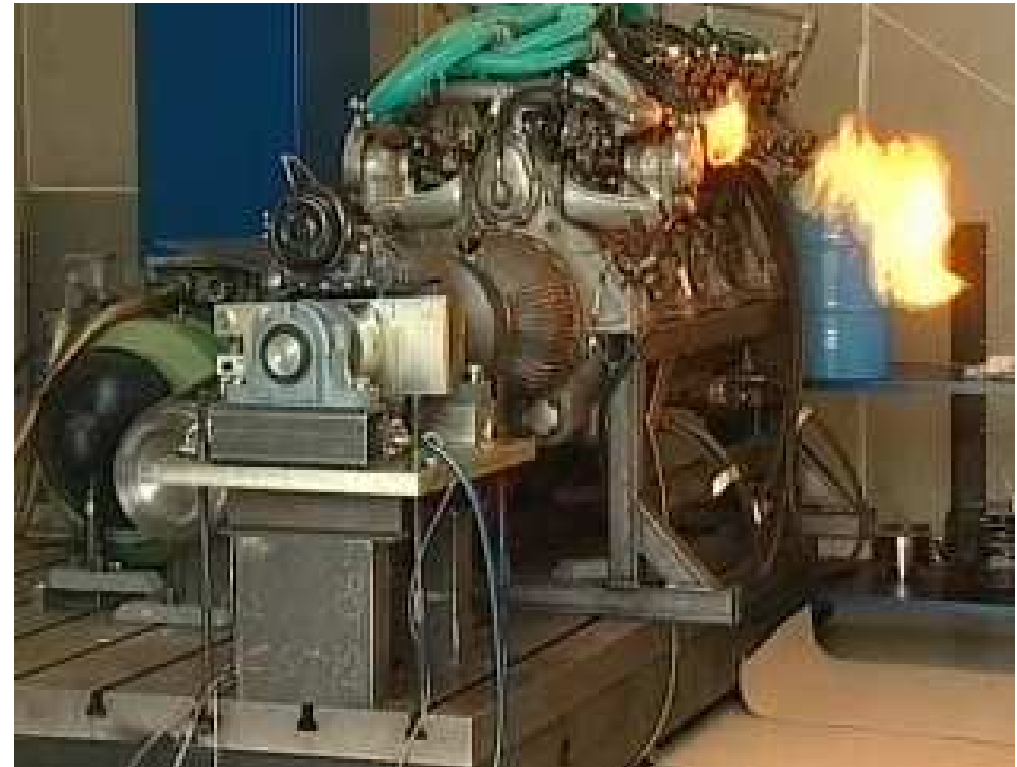


Schleppversuche Zeppelinmotor VL2 mit Kompression				Prüfstand Linnig Markdorf				ohne Kompression						
n U/min	MD Nm	Pschlepp kW	pÖl bar	Töl °C	TKW Vorlauf °C	TKWAreihe °C	TKWBreihe °C	MD Nm	Pschlepp kW	pÖl bar	Töl °C	TKW Vorlauf °C	TKWAreihe °C	TKWBreihe °C
400	445	18,6	0,4	36	38	38	39	670	28,1	0,5	33	31	31	31
500	455	23,8	0,5	38	42	42	43	820	42,9	0,7	34	33	33	33
600	495	31,1	0,6	40	44	46	47	950	59,7	0,8	35	35	35	35
700	515	37,8	0,7	42	48	48	49							
800	520	43,6	0,8	47	52	54	55							
900	510	48,1	0,8	52	59	63	63							
1000	495	51,8	0,8	58	65	76	76							



Schleppversuche
Erstanlauf 1. Juli 2005
Präsentationslauf VDI-Veranstaltung 29. August 2005

Rückbau (RP-Teile nachgefertigt)





Maybach-Benzinmotor aus dem LZ 127

Die Technik-Spielzeug der speziellen Art und eine ganz besondere (LZ 127) wieder – und wie, Viehmer: Es lief. Gestern wurde sein

WOLFGANG BÖLLER

Friedrichshafen/Markdorf – Eine, drei, vier dicke Auslassungen – dann kommt der Motor auf Touren, Benzinabgabe erfüllt den Raum ein bischen Ölnebel, ein paar Umdrehungen, bei 1800 Umdrehun-

Restaurierung

Nach 1500 Stunden Arbeit lebt der Zeppelinmotor wieder

MARKDORF – Er knattert, brummt, spießt Rauch und Flammen – und alle sind begeistert. Gestern haben Studenten der Berufsakademie, unterstützt vom Zeppelinmuseum Friedrichshafen, bei der Marktdorfer Firma Linnig einen über 70 Jahre alten Zeppelinmotor wieder zum Leben erweckt.

Von unserem Mitarbeiter Michael Klitzsch

„Ich muss sie vor die Garage bitten, Sie werden sehen, warum“, sagt Wolfgang Meighörner, Direktor des Zeppelinmuseums, kurz bevor es losgeht. Der Motor Typ VL2, 570 PS stark, rund zwei Meter lang, thront in der Mitte einer Garage der Firma Linnig in Markdorf. Langsam schiebt sich die Schraube vor die Kanister Benzin werden die Klöss geleert. Das Zündrot ist nur ein kleiner Teil des Elektromotors zu sehen. Der Motor knattert. In der Mitte des Zeppelinmotors. Bald in ein kräftiges Brummen, während Rauchschwader der Garage an den staurischen der Zuschauer vor zu knallt es und kleine Stückchen aus den seitlichen Nerven mit einem kräftigen Schießen aus dem Motor. Nach vier Minuten endet die fentliche Vorstellung des alten Zeppelinmotors. Die Zuschauer applaudieren. Die Zuschauer applaudieren. Die Zuschauer applaudieren. Die Zuschauer applaudieren.



Die sonore Stimme des Zeppelin ist wieder da

Studenten der Berufsakademie Ravensburg bringen 80 Jahre alten Maybach-Motor zum Laufen

Der Zeppelin macht wieder Töne. Auf dem Prüfstand der Firma Linnig-Antriebstechnik in Markdorf hat sich der historische Maybach-Motor VL 2, der von 1928 bis 1937 im Luftschiff LZ 127 „Graf Zeppelin“ Dienst tat, am Montag wieder lautstark in Erinnerung gebracht.

Seit Herbst 2003 hatten sich begeisterte Maschinenbau-Studenten der Berufsakademie Ravensburg unter Leitung von Professor Martin Freitag mit dem 570-PS-Triebwerk befasst, von dem bei Maybach insgesamt 20 Stück gefertigt wurden.

Der Benzinmotor wurde zerlegt, seine Einzelteile aufwändig dokumentiert. Dafür stand den Studenten nur karge Fachliteratur zur Verfügung sowie mündliche Informationen des



Von fünf Motoren angetrieben: Das Luftschiff LZ 127.

letzten Zeppelin-Motorenwirts Eugen Bentele, der 2004 im Alter von 94 Jahren in Friedrichshafen starb.

Vor einem Jahr machten sich Studenten daran, den Motor wieder zum Laufen zu bringen, nachdem der Check ergeben hatte, dass der Zustand von Kurbelwelle, Pleueln und Kolben dieses Wagnis zuließ. Vergaser und Komponenten der Motorsteuerung waren dagegen nach der Außerdienststellung von LZ 127 verändert worden.

„Kaum einer weiß noch, wie der Motor getönt hat, man sagte ihm ein Motor getönt hat“, hatte der Direktor des Friedrichshafener Zeppelin-Museums, Wolfgang Meighörner, im Februar geäußert. Bald wird er für die Besucher seines Hauses die Stimme des Maybach-Motors vom Band abspielen können. Denn das Prüfstand-Triebwerk – eines von drei erhaltenen Motoren – geht als Dauerleihgabe an das Zeppelinmuseum der alten Luftschiffer-Siedlung Zeppelinheim bei Frankfurt zurück. Sein Ton allerdings bleibt am See. Er soll beim Schwestermotor im Friedrichshafener Museum abgespielt werden. Dieser hat für das Restaurierungs-Projekt der Studenten immerhin eine Reihe von Ersatzteilen geliefert, die beim dritten Original fehlten. Nach den Prüfläufen wird er sie zurück erhalten.

ALEXANDER MICHEL

FRIEDRICHSHAFEN/MARKDORF

Weltfahrt-Motor ruft wieder

g eines alten Zeppelin-Motors. Die Firma Maybach soll voraussichtlich im kommenden Jahr im Zeppelinmuseum Friedrichshafen zu hören. Denn einer der fünf Maybach-Zylinder-Motoren aus dem LZ 127 „Graf Zeppelin“



Eine der insgesamt fünf Motor gondeln des Zeppelin. Foto: zf

Zeppelinmotor restauriert

In Zusammenarbeit mit der Berufsakademie (BA) Ravensburg hat das Zeppelinmuseum Friedrichshafen ein einmaliges Restaurierungsprojekt durchgeführt. Dabei wird ein originaler Maybach-Motor vom Typ VL 2 von der BA Ravensburg wie ein originaler Zeppelin-Motor restauriert. In Zusammenarbeit mit der Berufsakademie (BA) Ravensburg hat das Zeppelinmuseum Friedrichshafen ein einmaliges Restaurierungsprojekt durchgeführt. Dabei wird ein originaler Maybach-Motor vom Typ VL 2 von der BA Ravensburg wie ein originaler Zeppelin-Motor restauriert.

insgesamt fünf Motoren, die in speziellen Motor gondeln am Zeppelin hingen, konnten das Luftschiff auf mehr als 110 km/h beschleunigen.

VDI nachrichten, 19. 8. 05 - hsteiger@vdi-nachrichten.com

Beteiligte Studenten



Zerlegung des Motors, Stücklistendatenbank	Reinigung und Montage	Montage und Prüfstands Aufbau	Rückbau, Ergänzungsteile
---	--------------------------	----------------------------------	-----------------------------

Okt - Dez 2003	April - Juni 2004	Okt - Dez 2004	April - Juni 2005	Okt - Dez 2005
----------------	-------------------	----------------	-------------------	----------------

<u>Kast</u>	<u>Kast</u>	<u>Quantmeyer</u>	<u>Zajusz</u>	<u>Ramm</u>
Gleinser	Gleinser	Schlamp	Daufratshofer	Manemann
Gianetta	Gianetta	Michels	Haas	
Häufle	Häufle	Mock	Honnen	
Lindenmüller	Lindenmüller		Gesellmann	130 h
			Kolip	
350 h	350 h	270 h	400 h	

Mehr als 1500 h studentische Arbeit,
dazu Mstr. Pausch, Prof. Freitag, Herr Hütten etwa 200 h



Kolbenringe:

Federal Mogul
Burscheid

Honung der Laufbuchsen:

Herr Graf
Schweiz

Komponenten der Zündanlage:

Bosch Archiv
Stuttgart

Verrohrung/Schläuche:

Gummi Fischer GmbH & Co. KG
Friedrichshafen

Dichtungen Abgasflansche:

ElringKlinger AG
Dettingen

Verschlussstopfen, Kleinteile:

ZF Friedrichshafen AG
Friedrichshafen

Prüfstand, Unterstützung bei Montage und Prüflauf:

Fa. Linnig Antriebstechnik
Markdorf

Montagegestell (Material und Schweißarbeiten):

Schlosserei Wagner
Tett nang

Herr Hütten (+ Vorgesetzte)

Rückbau:

Rapid Prototyping-Teile

Fa. Brose
Coburg



Zima, Stefan: „Die Entwicklung schnelllaufender Hochleistungsdieselmotoren in Friedrichshafen“, Bad Nauheim 1984 (Dissertation)

Autor unbekannt: „Maybach VL2 – Zwölfzylinder Luftschiff- und Bootsmotor, Beschreibung und Wartungsvorschrift“, Maybach-Motorenbau GmbH Friedrichshafen am Bodensee, ca. 1927

Autor unbekannt: „Maybach 550 PS 12 Zylindermotor für Luftschiffe und Motoryachten“ Prospekt/Beschreibung, Maybach-Motorenbau GmbH Friedrichshafen am Bodensee, ca. 1930

Autor unbekannt: „Zeppelin-Luftschiff LZ 127 Graf Zeppelin“ VDI-Nachrichten Band 72, Jahrgang 1928

Kast, M.; Gleinser, J.; Gianetta, D.; Lindenmüller, S.; Häufle, S.: „Reanimierung eines VL2 Maybachmotors (Teil 1)“ Studienarbeit BA Ravensburg, Friedrichshafen Juni 2004

Michels, T.; Mock, A.; Quantmeyer, F.; Schlamp, F.: „Reanimierung eines VL2 Maybachmotors (Teil 2)“ Studienarbeit BA Ravensburg, Friedrichshafen Dezember 2004

Zajusz, M.; Dauftratshofer, A.; Honnen, K.; Haas, F.; Gesellmann, M.; Kolip, A.: „Reanimierung eines VL2 Maybachmotors (Teil 3)“ Studienarbeit BA Ravensburg, Friedrichshafen Juni 2005

Ramm, T.; Manemann, R.: „Rückbau des Zeppelinmotors Maybach VL2“, Studienarbeit BA Ravensburg, Friedrichshafen Dezember 2005

Dank an Rolls Royce Power Systems AG
für die Bereitstellung von Unterlagen für den Vortrag

Dank



Danke für die Aufmerksamkeit!

