

000365

Deutsche Luftfahrtforschung

Forschungsbericht Nr. 1722

Beeinflussung der Klopfgrenzkurve
sulfidhaltigen Kraftstoffen durch verschiedene Öle
Franke

Verfaßt bei

Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt E. V.
Institut für Betriebsstoffforschung
Berlin-Adlershof

Zentrale für wissenschaftliches Berichtswesen
der Luftfahrtforschung des Generalluftzeugmeisters (ZWB)
Berlin-Adlershof

000366-

Dieser Bericht ist geheim zu behandeln.
Wer diese Geheimhaltungspflicht verletzt,
setzt sich der Gefahr- strafrechtlicher Ver-
folgung und schwerer Bestrafung aus.

Panzerverschluß erforderlich!

Einfluss der Klopfgrenzkurve von Erdöl-
Kraftstoffen durch verschiedene Öl

Übersicht: Der Einfluss von drei verschiedenen Se-
renzkurve unter den in zeitlichen Vollmotore
bestimmten sollte untersucht werden. Neben der
besonderen Zweck angepassten Versuchsdurchführung
die Auswahl der bei diesen Versuchen verwendeten
aufgezählt. Schmieröl hat mit steigenden Aromate
einen Einfluss auf die Lage der Klopfgrenzkurve.
satzes erfährt keine Veränderung.

Gliederung: I. Einleitung

II. Versuchsdurchführung

1. Prüfstand

2. Einzelheiten der Versuchsdurchführung

3. Ölsorten und Kraftstoffe

III. Versuchsergebnisse

IV. Zusammenfassung

Institut für Betriebstofforschung
der
Deutschen Versuchsanstalt für Luft

Der Bearbeiter:

Frank

W. Franke

Berlin-Adlershof, den 8. Dezember 1942

BSf 460/8c

Beeinflussung der Klopfgrenzkurve von aromatenhaltigen

Kraftstoffen durch verschiedene Öle.

Übersicht: Der Einfluß von drei verschiedenen Schmierölen auf die Klopf-
grenskurve unter den an neuzeitlichen Vollmotoren auftretenden Betriebs-
bedingungen sollte untersucht werden. Neben der Beschreibung der dem
besonderen Zweck angepaßten Versuchsdurchführung sind die Gründe für
die Auswahl der bei diesen Versuchen verwendeten Öle und Kraftstoffe
aufgezählt. Schmieröl hat mit steigendem Aromatengehalt des Kraftstoffes
einen Einfluß auf die Lage der Klopfgrenskurve. Die Wirkung des Bleizu-
satzes erfuhr keine Veränderung.

Gliederung: I. Einleitung

II. Versuchsdurchführung:

1. Prüfstand
2. Einzelheiten der Versuchsdurchführung
3. Ölsorten und Kraftstoffe

III. Versuchsergebnisse

IV. Zusammenfassung.

Der Bericht umfaßt:

- | | |
|----|-----------------|
| 19 | Seiten mit |
| 7 | Abbildungen und |
| 3 | Zahlentafeln. |

Institut für Betriebstofforschung
der
Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt, E.V.

Der Bearbeiter:

K. Franke
K. Franke

I. Einleitung.

Für die zur Zeit gebräuchliche Prüfung von Flugmotorenkraftstoffen nach dem DVL-Überladeverfahren war der Einfluß verschiedener Ölsorten auf die Lage der Klopfgrenze durch eine Versuchsreihe in der DVL festgestellt worden. Es zeigte sich hierbei, daß nur Stoffe mit hohem Gehalt an Aromaten eine Beeinflussung erfahren. Die Versuche selbst fanden unter den Bedingungen des DVL-Überladeverfahrens in einem luftgekühlten BMW 132 II-Zylinder statt.

Da die an neueren Vollmotoren auftretenden Betriebsbedingungen von denen des DVL-Überladeverfahrens beträchtlich abweichen, erschien es zweckmäßig, die bereits durchgeführten Versuche an einem Motor neueren Baumusters unter den in absehbarer Zeit zu erwartenden Betriebsbedingungen zu wiederholen. Als Versuchsmotor wurde ein flüssigkeitsgekühlter DB 601-Zylinder mit hoher Verdichtung und großer Ventilüberschneidung gewählt, der auf dem DVL-Einzyylinderprüfstand aufgebaut war.

Die Versuche selbst sollten mit einer Reihe von verschiedenen, verbleiten und unverbleiten aromatenhaltigen Kraftstoffen darüber Aufschluß bringen, ob die an luftgekühlten BMW 132 II-Motor festgestellte Abhängigkeit der Klopfgrenze von der Ölsorte unter den geänderten Bedingungen erhalten bleibt.

II. Versuchsdurchführung.

1. Prüfstand:

Als Versuchsmotor diente ein DB 601-Einzyylinderblock, aufgebaut auf einem DVL-Einzyylinderprüfstand in neuer, verstärkter Ausführung. Zur Erzielung der im Versuchsprogramm geforderten Betriebsbedingungen wurde eine Nockenwelle mit großer Überschneidung der Steuerzeiten verwendet. Durch geeignete Auswahl der Schwinghebel und der Böckchen, sowie durch entsprechendes Einsenken derselben wurde ein Wert der Überschneidung von 120°KW erreicht. Die höhere Verdichtung war nicht durch Einsenken des verstellbaren Prüfstandtisches, sondern durch Einbau eines entsprechenden Kolbens erreicht worden. Die mit diesen Umbauten erzielten Werte der Steuerzeiten und der Verdichtung, die übrigen Motordaten, sowie die Einzelheiten des Prüfstandes, der Pendelbremse, Nebenaggregate und Prüfstandseinzelteile gehen aus dem beigefügten Motordatenblatt (Tafel 1) hervor. Die Bestimmung der Kraftstoff- und Luftmengen, der

Leistung, sowie der sonstigen für die Versuchsdurchführung notwendigen Werte erfolgte in gewohnter Art, die Feststellung des Klopfereinsatzes akustisch.

2. Einzelheiten der Versuchsdurchführung:

Obwohl beim DB 601-Zylinder die Reproduzierbarkeit von Klopfgrenzkurven gut und der Streubereich verhältnismäßig klein ist, waren doch einige besondere Gesichtspunkte zu berücksichtigen, um eine ungewollte Beeinflussung der Klopfgrenzkurven auszuschalten.

Der für die Durchführung der Versuche vorgesehene Zylinder hatte bereits eine längere Betriebszeit hinter sich, sodaß Verschiebungen der Klopfgrenzkurven in Abhängigkeit von der Laufzeit nicht zu befürchten waren. Daneben wurde während der Versuche der Leistungszustand des Motors durch öfteres Fahren eines Kontrollpunktes überprüft. Ein die Versuchsgenauigkeit beeinträchtigender Leistungsabfall konnte dabei nicht beobachtet werden, da der Kontrollpunkt mit einer Toleranz von ± 1 PS_e jedesmal erreicht wurde. Die sonstige Überwachung des Motors erstreckte sich auf Nachmessen der Steuerzeiten vor und nach jedem Ölwechsel, sowie die Kontrolle des Zündzeitpunktes. Betriebsmäßig ließ sich ein gleichbleibender Zustand des Motors verhältnismäßig leicht herstellen. Öldruck, Ölein- und Austrittstemperatur konnten in sehr engen Grenzen konstant gehalten werden, wodurch in Verbindung mit konstanter Drehzahl die Gewähr für eine gleichbleibende Ölumlaufrmenge gegeben war. Ebenso ließ sich die Konstanthaltung der Zylindertemperatur durch geringe Änderungen der umlaufenden Kühlwassermenge bei gleichen Betriebsverhältnissen leicht erreichen. Ebenso wie bei den bereits durchgeführten Versuchen am BMW 132-Motor erwies es sich auch jetzt als zweckmäßig, die Kolbenringe entsprechend vorzubehandeln, die Versuchsdauer der einzelnen Läufe ungefähr gleich zu halten und dem Ölwechsel selbst entsprechende Aufmerksamkeit zu schenken. In der DVL durchgeführte Versuche über die Größe des Verschleißes von Kolbenringen in Abhängigkeit von der Ölsorte und der Laufzeit ergaben die Notwendigkeit, diesem Umstand Rechnung zu tragen. Es bestand die Möglichkeit, daß bei der größeren Zeitdauer der Versuche durch den Verschleiß der Kolbenringe eine Beeinträchtigung der Resultate der zum Schluß untersuchten Öle eintreten könnte. Es wurde deshalb für jede Versuchsreihe, d.h. jede Ölsorte, ein neuer Satz Kolbenringe verwendet, die auf genau gleiches Stoßspiel der Ringe gleicher Zugehörigkeit zugefeilt waren und eine gleiche Spannung aufwiesen.

Nach Beendigung einer Versuchsreihe mit einer Ölart wurde aus dem noch betriebsbaren Prüfstand das Öl abgelassen und unmittelbar darauf eine größere Menge der darauffolgenden Ölart eingefüllt. Mit diesem Öl wurde der Motor unter Vordrtrieb einige Zeit durchgedreht und so der gesamte Ölkreislauf durchgespült. auch dieses Öl wurde abgelassen. Nach Demontage des Zylinders wurde die Lauffläche überprüft, die gebrauchten Kolbenringe abgenommen, der Kolben von evtl. Rückständen in den Ringnuten geschubert und mit neuen Ringen, die in der bereits erwähnten Art vorbehandelt waren, versehen. Nach dem Zusammenbau des Prüfstandes wurde das nächste zur Verwendung gelangende Öl eingefüllt.

Unter Beobachtung aller angeführten Punkte war das Mögliche getan worden, einen gleichbleibenden betriebsmäßigen und thermischen Zustand des Motors zu erreichen und somit eine Beeinflussung der Klopfgrenze durch ungewollte Umstände nach Fälligkeit zu vermeiden.

3. Ölarten und Kraftstoffe:

Die für die Durchführung der Versuche vorgesehenen Ölarten wurden auf Grund der bereits durchgeführten Untersuchungen am BMW 132 B-Motor ohne Rücksicht auf ihre Verwendungsmöglichkeit oder Verbreitung, sondern unter dem Gesichtspunkt der bei den einzelnen Ölen aufgetretenen Abweichungen ausgewählt. Das für die Durchführung der Kraftstoffprüfung nach dem DVL-Überladeverfahren vorgeschriebene Schmieröl-Intava-Grünring oder ein ihm nach den vorher durchgeführten Versuchen über die Klopfbeeinflussung gleichwertiges Öl, z.B. Aero Shell 100 wurde zunächst als Bezugsstoff genommen. Dann interessierten noch die beiden Ölarten, welche die größten Abweichungen von der Normallage der Klopfgrenzkurve ergaben. Es war dies Rotring, welches eine höhere Lage der Klopfgrenzkurve ergab, sowie Stanavo 100, bei dessen Verwendung die Klopfhöhe am geringsten war. Alle übrigen bei den vorhergehenden Versuchen verwendeten Schmierölarten lagen innerhalb des Bereiches der oben genannten drei bzw. vier Öle und brauchten aus diesem Grunde nicht mehr in Erwägung gezogen werden. Die Daten der verwendeten Öle:

Rotring

Aero Shell 100

Stanavo 100

sind in der Zahlentafel 2 enthalten.

Während bei den Ölarten eine Einschränkung des Versuchsprogrammes möglich war, mußte die Zahl der verwendeten Kraftstoffe im Hinblick auf gewisse, im letzten Versuch noch nicht völlig geklärte Punkte, eine

Erweiterung erfahren. Dazu gehörte die Empfindlichkeit des Kraftstoffes gegen verschiedene Öle an der Klopfgrenzkurve in Abhängigkeit von seinem Aromatengehalt, sowie der Einfluß der verschiedenen Öle auf die Bleiwirkung bei Stoffen mit höherem Aromatengehalt. Es wurde daher neben den Kraftstoffen VT 702 + 0,12 Blei mit niedrigem und der Bi/Do-Mischung mit hohem Aromatengehalt noch einige Stoffe mit dazwischen liegendem Aromatengehalt, teils verbleit, teils unverbleit, verwendet. Der Aromatengehalt, die Höhe des Bleizusatzes sowie sämtliche sonstigen Analysendaten der verwendeten Kraftstoffe sind aus der Tafel 3 zu entnehmen.

III. Versuchsergebnisse.

Die mit den einzelnen Kraftstoffen gefahrenen Klopfgrenzkurven sind in den Abb. 1 bis 5 in der Art aufgetragen, daß jeweils die Klopfgrenzkurven für einen Kraftstoff bei Verwendung der einzelnen Schmieröle dargestellt sind. Abb. 1 zeigt die erhaltenen Resultate für den Kraftstoff mit dem geringsten Anteil an Aromaten, VT 702 + 0,12 Blei bei einer Ladelufttemperatur von 150°C über den gesamten Bereich der Luftüberschusszahl, soweit er am Motor gefahren werden konnte. Sowohl innerhalb des für den normalen Motorenbetrieb in Frage kommenden Bereiches der Luftüberschusszahl als auch in den darüber hinaus liegenden extremen Arm- oder Keich-Gebieten, die bekannterweise besonders empfindlich sind in ihrem Klopfverhalten auf Unterschiede in den Betriebsbedingungen, konnten nennenswerte Beeinflussungen der Klopfgrenzkurve durch die verwendete Ölart nicht festgestellt werden.

Die beiden nächsten Kraftstoffe mit annähernd gleichem Aromatengehalt, das Gemisch VT 706b/707 unverbleit und C3 + 0,12 Blei sind in den Abb. 2 und 3 aufgetragen. Zu den hier dargestellten Klopfgrenzkurven, deren Form von dem sonst gewohnten Bild von Klopfgrenzkurven erheblich abweicht, kann an dieser Stelle nur gesagt werden, daß sie durch die besonderen, bei der Versuchsdurchführung vorliegenden Betriebsbedingungen bedingt sind. Für die vorliegende Untersuchung interessierte bloß die Beeinflussung durch die einzelnen Ölsorten, die bei den beiden Stoffen bereits im geringen Ausmaße erkennbar ist. Auch die nächste Abb. 4 zeigt für den Kraftstoff CV 2b als den Stoff mit noch höherem Aromatengehalt Unterschiede der einzelnen Klopfgrenzkurven. Leider konnten die Meßpunkte bei Verwendung von Rotring als Schmieröl nicht festgestellt werden, da kurz nach dem Anfahren des Prüfstandes durch

Schadensfall im Ölkreislauf die vorgesehene Ölmenge unbrauchbar wurde.

Der letzte der zur Verfügung stehenden Kraftstoffe, das Bi/Bo-Gemisch mit dem höchsten Anteil an Aromaten, ist in seinem Klopfverhalten bei den einzelnen Kraftstoffen in Abb. 5 dargestellt. Ähnlich wie bei den früher durchgeführten Versuchen zur Ermittlung des Oleinflusses an einem luftgekühlten Motor unter den Bedingungen des DVL-Überladeverfahrens zeigte sich auch hier im Bereich des Tiefstpunktes der Klopfgrenzkurven ein immerhin bereits deutlich erkennbarer Unterschied in der Höhenlage der einzelnen Kurven. Auch die Größenordnungsmäßige Beeinflussung hat denselben Wert und liegt für die beiden extremsten Öle bei rund 90 mmHg Ladedruck. Zum Vergleich der Resultate sind die Klopfgrenzkurven des Bi/Bo-Gemisches am B12/132 Motor mit den bei der jetzigen Untersuchung verwendeten Schmierölen als Abb. 6 gebracht. Auf Grund dieser fast gleichen Ergebnisse von Versuchsläufen, die an verschiedenen Motoren unter ganz unterschiedlichen Betriebsbedingungen gewonnen wurden, kann man immerhin mit einiger Sicherheit feststellen, daß tatsächlich bei Hocharomaten-Kraftstoffen eine Verschiebung der Klopfgrenze in Abhängigkeit der verwendeten Ölsorte stattfindet.

Wie bereits in der Versuchsdurchführung hervorgehoben wurde, standen für die Durchführung der Programmes Kraftstoffe mit verschiedenem Aromatengehalt zur Verfügung. Es war daher zweckmäßig, Größenordnungsmäßig festzustellen, von welchem Einfluß der Aromatengehalt der einzelnen Kraftstoffe auf das unterschiedliche Klopfverhalten je nach der verwendeten Ölsorte ist. Eine diesbezügliche Auswertung ist in Abb. 7 versucht worden. Hierbei ist von der mit Normallage bezeichneten Klopfgrenzkurve bei Verwendung des Oles Aero Shell 100 die ungefähre Abweichung in mm Hg Ladedruck, die sich durch Benützung der anderen Ölsorten in der Klopfestigkeit ergeben hatte, aufgetragen worden über dem Aromatengehalt der Kraftstoffe. Es bereitete einige Schwierigkeiten, einen einheitlichen Wert der Verschiebung der einzelnen Klopfgrenzkurven bei der großen Unterschiedlichkeit der Form derselben zu ermitteln. In Betracht kam eigentlich bei sämtlichen Kurven nur das Gebiet der Luftüberschusszahl von $\lambda = 1,05$ da hier erfahrungsgemäß die Abweichung von Klopfgrenzkurven vom Sollwert bei nur wenig geänderten Betriebsbedingungen am größten ist. Doch bereitet die Wahl von Punkten in diesem Bereich bei einigen Stoffen Schwierigkeiten, insbesondere bei dem wenig klopf-

festen, unverbleiten Gemisch aus VT 706b/707 und bei CV 2b. Die durch das Rückströmen von Abgas in den Verbrennungsraum während der Überschneidungsperiode bedingte Kurvenform ist nicht nur von reinen Betriebsbedingungen allein abhängig. Deshalb wurde für diese Kurven ein Mittelwert des Abstandes über den gesamten Bereich der Luftüberschusszahl gebildet und in die Abb. 7 eingetragen. Trotzdem gegen diese Art der Auswertung Bedenken vorliegen können, zeigt die genannte Abbildung eine immerhin bemerkenswerte Abhängigkeit der Seeinflussung der Klopfgrenzkurve vom Aromatengehalt des Kraftstoffes und der verwendeten Ölsorte.

Es ist erkennbar, daß bei den Kraftstoffen der B4-Basis, das sind solche, deren Aromatanteil gemäß der Mischvorschrift des RLM, Gruppe CL/A-II II, Blatt 4, Ausgabe August 1942 mit 25 Vol.-% (+1) nach oben begrenzt ist, eine die Bewertung von Kraftstoffen nach der Klopfgrenzkurve irgendwie in Frage stellende Verschiebung durch die verschiedenen Ölsorten nicht eintritt. Die bei den Versuchen vorgefundenen Abweichungen für Kraftstoff VT 702 + 0,12 Blei, als der B4-Basis angehörend, konnten überhaupt nur bei Vorliegen einer äußerst exakten und den besonderen Bedingungen angepaßten Versuchsdurchführung festgestellt werden. Bei der normalen Untersuchung von Kraftstoffen nach dem DVL-Überladeverfahren betragen die Streuungen der einzelnen Meßpunkte mindestens ± 5 mmHg Ladedruck, sodaß die festgestellten Abweichungen in Abhängigkeit von der Ölsorte innerhalb dieses Bereiches liegen und daher als gegenstandslos anzusehen sind. Ebenso ist für den Betrieb von Vollmotoren mit B4-Kraftstoff bei gegebener Reglerkurve keinerlei Gefährdung des Motors zu erwarten, sobald die Reglerkurve eine unzulässige Annäherung an ein eventuelles Klopfgebiet bei irgendwelchen Betriebspunkten der Koppelkurve an und für sich ausschließt und bloß die Schmierölsorte gewechselt wird.

Bei den Kraftstoffen mit höherem Aromatengehalt hingegen dürfte es angebracht sein, auf die immerhin ausserhalb des normalen Streubereiches liegende Abweichung hinzuweisen. Wenn auch Kraftstoffe mit derart hohem Aromatengehalt, wie die Mischung B1/B0, nicht üblich sind, so sind doch für das praktisch verwendete C3 bis 44 Vol.-% Aromaten zugelassen. Die bei den einzelnen Ölsorten erhaltenen Klopfgrenzkurven liegen immerhin bereits um Beträge auseinander, die vor allem, wenn man die beiden extremen Öle in Abb. 7 betrachtet, ins Gewicht fallen können. Der im vorliegenden Fall beobachtete Wert von rund 35 mm Hg Ladedruck ist sowohl für die Bewertung von Kraftstoffen nach dem DVL-Überladever-

fahren, als auch für den praktischen Vollmotorenbetrieb als ausserhalb eines Streubereiches liegend anzusehen.

Mit weiter zunehmendem Aromatengehalt wachsen auch die Unterschiede in der Höhenlage der einzelnen Kurven und erreichen beim Bi/Bo-Gemisch rund 90 mmHg Ladedruck im Tiefstpunkt, der gleiche Wert, der bei den bereits früher durchgeführten Versuchen an BMW 132 N als luftgekühlten Motor unter gänzlich anders gearteten Betriebsbedingungen gefunden wurde.

Auf Grund dieser Ergebnisse, die eine Abhängigkeit der Klopfbewertung vom Aromatengehalt des Kraftstoffes je nach der verwendeten Ölsorte erkennen lassen und der Tatsache, daß die beiden veroleiten Kraftstoffe, VT 702 und C3 sich in den ungedeuteten Rahmen einfügen, kann auch der Schluss gezogen werden, daß ein Einfluß des Öles auf die Bleiwirkung nicht feststellbar ist.

IV. Zusammenfassung.

Die Durchführung der Versuche erfolgte unter den Gesichtspunkten einmal zu untersuchen, ob die bereits festgestellte Veränderung der Klopfestigkeit von hocharomatischen Kraftstoffen am luftgekühlten Motor unter den Bedingungen des DVL-Überladeverfahrens auch an anderen Motoren unter veränderten Betriebsbedingungen auftritt. Ferner sollte die größenordnungsmäßige Abweichung der Klopfgrenzkurven von der mit Aero Shell 100 und als Normallage bezeichneten Kurve in Abhängigkeit des Aromatengehaltes für die einzelnen Ölsorten festgestellt werden.

Es ergab sich, daß für das Bi/Bo-Gemisch in Übereinstimmung mit den Versuchen am BMW 132 N eine Verschiebung der Klopfgrenzkurve in derselben Größenordnung und bei denselben Ölen auftrat. Daraus kann geschlossen werden, daß tatsächlich ein Einfluß des Schmieröles auf die Klopfestigkeit, unabhängig von den Betriebsbedingungen und dem verwendeten Motor, festzustellen ist.

Die Größe der Beeinflussung der Klopfgrenzkurve durch das Öl ist abhängig von dem Aromatengehalt des Kraftstoffes. Bei Kraftstoffen der B4-Basis ist eine nennenswerte Beeinflussung noch nicht feststellbar. C3-Mischungen zeigen zufolge ihres höheren Anteiles an Aromaten bereits Abweichungen, die ausserhalb der üblichen Meßgenauigkeit liegen, während bei Hocharomaten-Kraftstoffen, wie beim Bi/Bo-Gemisch, die Unterschiede je nach der verwendeten Ölsorte bei den vorliegen-

den Versuchen bis rund 90 mmHg Ladedruck betragen.

Verbleite sowie unverbleite Kraftstoffe zeigten eine Änderung ihres Klopfverhaltens, die nur abhängig von Aromatengehalt war. Daraus konnte die Folgerung gezogen werden, daß die Bleiwirkung durch die verwendete Ölart nicht beeinflusst wird.

Schriften.

- 1.) C.F.Krienke; Die Beurteilung der Schmierfähigkeit durch motorische Versuche. DVL-Bericht FB 1250
- 2.) K.Franke; Beeinflussung der Klopfgrenzkurve von Kraftstoffen durch verschiedene Öle. DVL-Bericht FB 1559
- 3.) F.Sieber; Prüfung hochklopfester Kraftstoffe im Flugmotoren-Ein-
zylinder. Luftfahrtforschung, Januar 1939
- 4.) Bauvorschriften für Flugmotoren, Prüfvorschriften für
Flugmotoren-Kraftstoffe. BVM, Oktober 1940

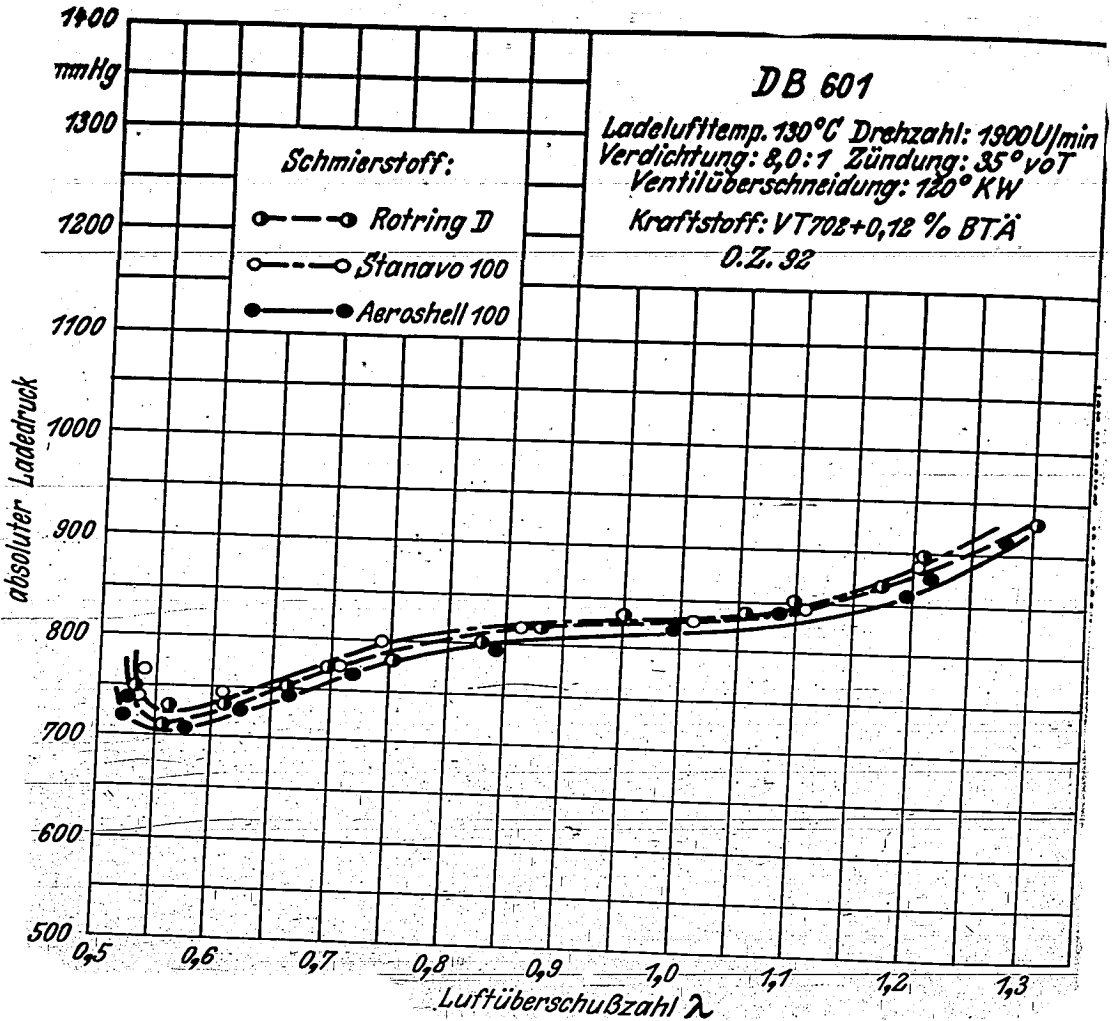


Abb.1: Klopfgrenzkurven von VT 702 + 0,12 Blei bei verschiedenen Schmierölen am Motor DB 601.

000372

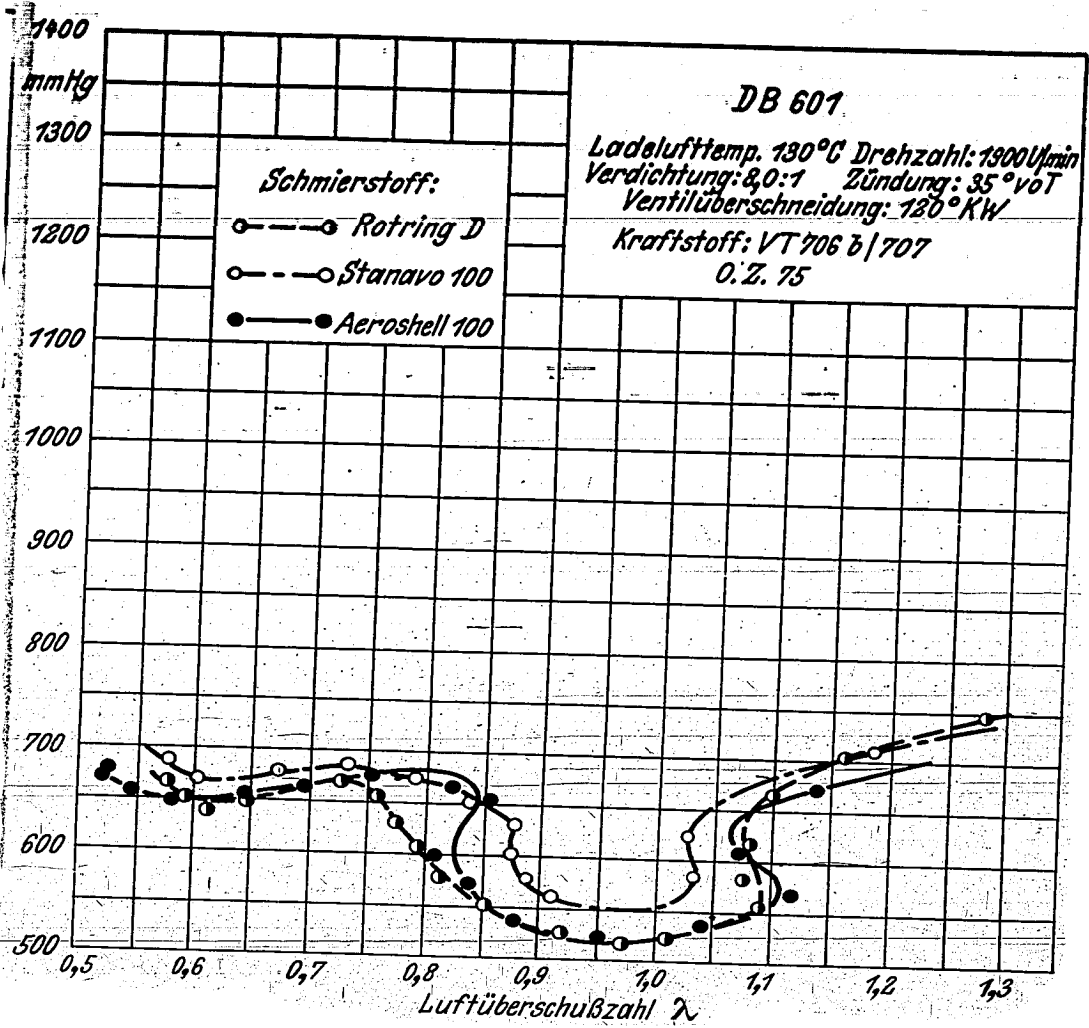


Abb. 2: Klopfgrenzkurven vom Gemisch VT 706b/707 bei verschiedenen Schmierölen am Motor DB 601.

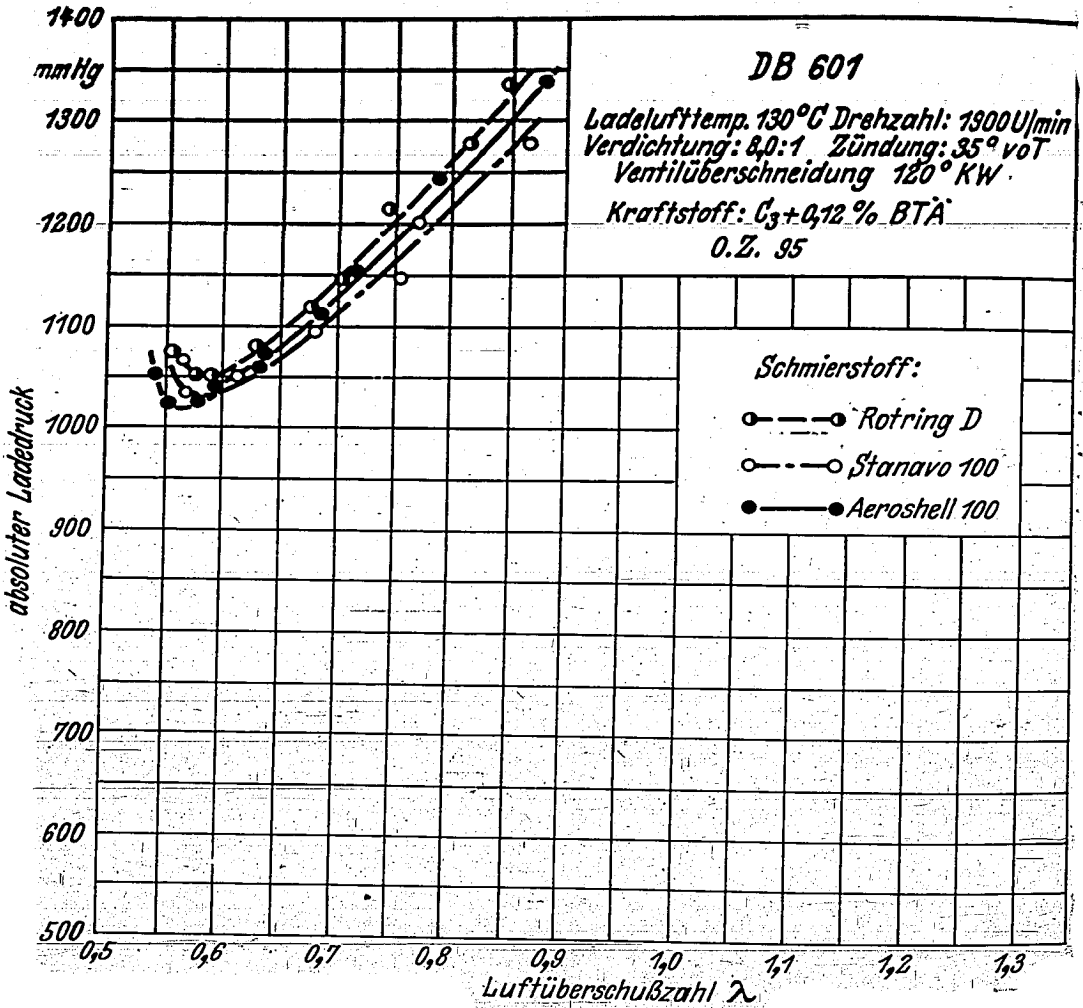


Abb. 3: Klopfrenzkurven von C₃ + 0,12 Blei bei verschiedenen Schmierölen an Motor DB-601.

000373

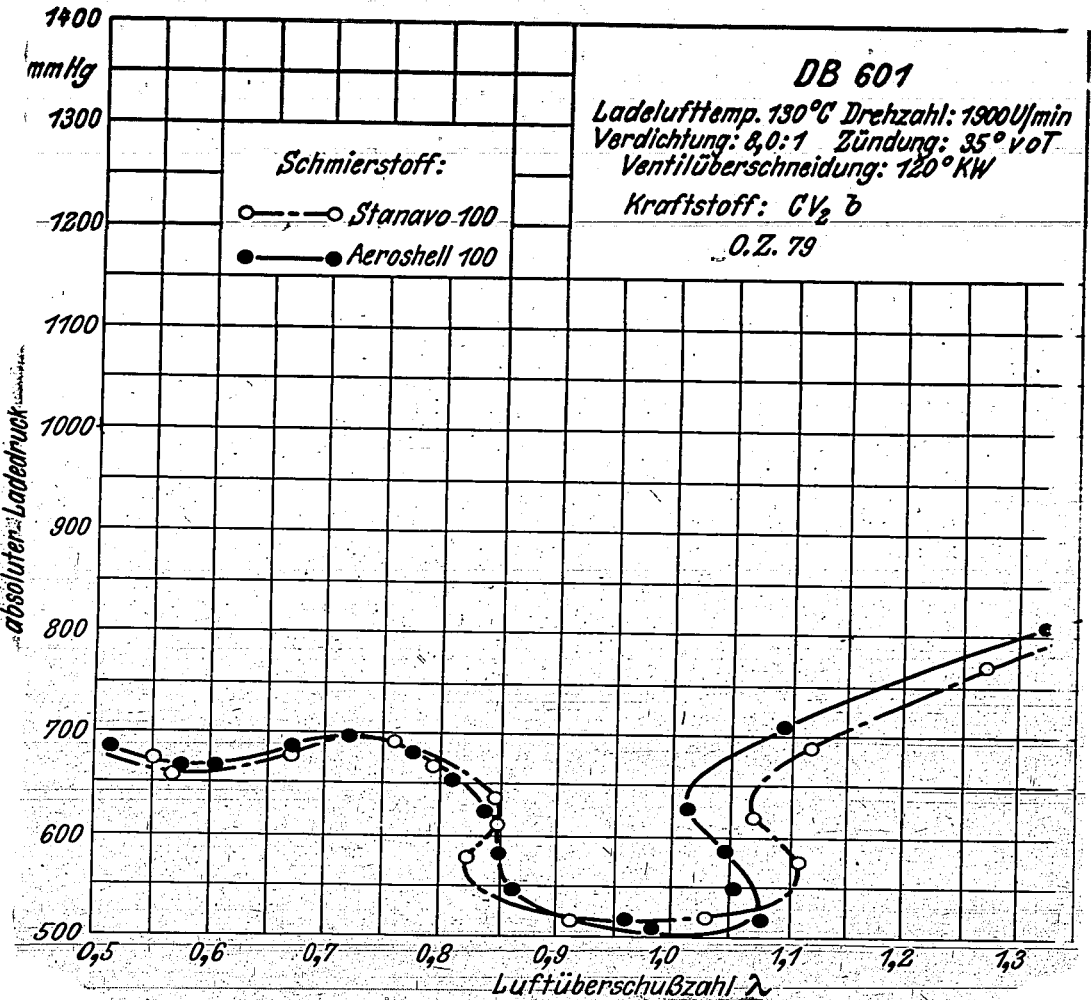


Abb. 4: Klopfgrenzkurven von CV 2b bei verschiedenen Schmierölen am Motor DB 601.

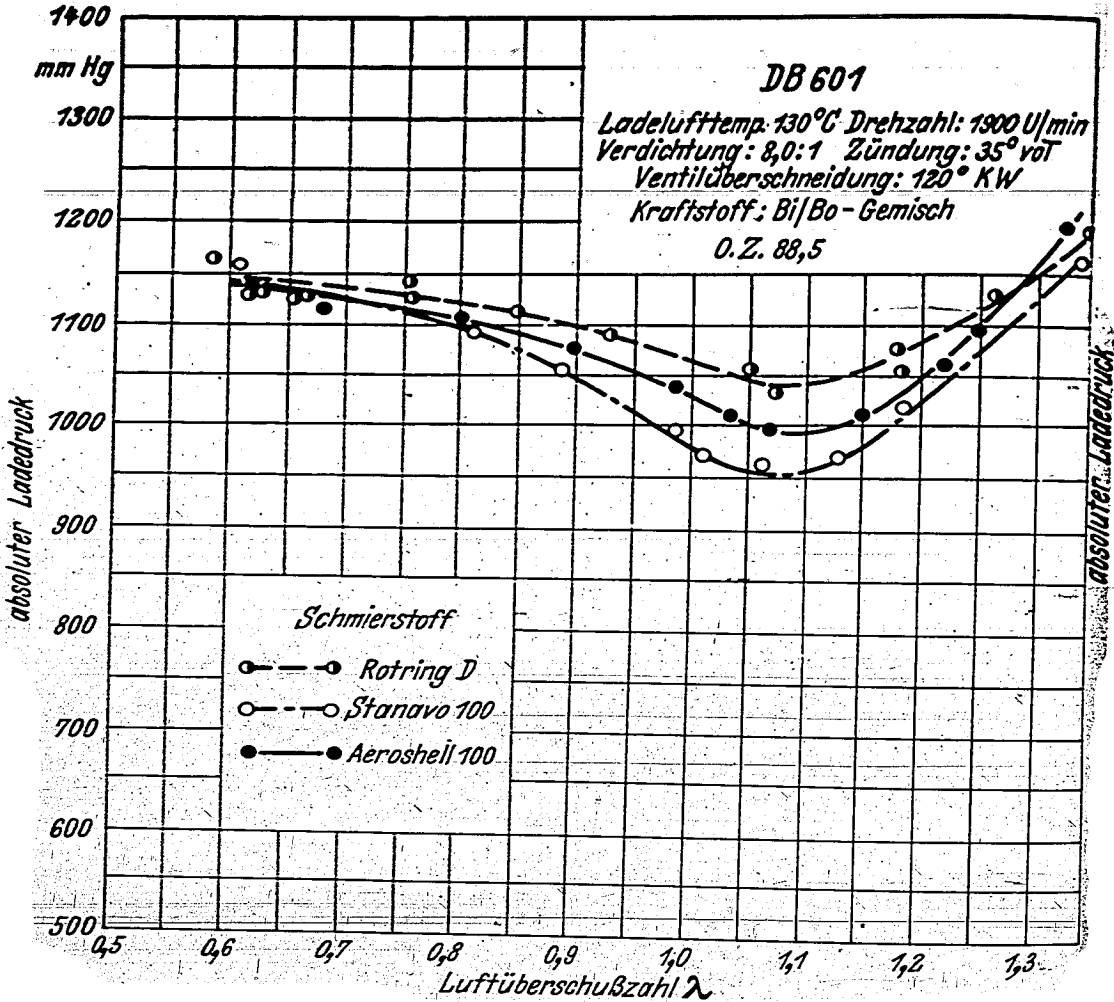


Abb. 5: Klopfgrenzkurven vom Bi/Bo-Gemisch bei verschiedenen Schmierstoffen an Motor DB 601.

000374

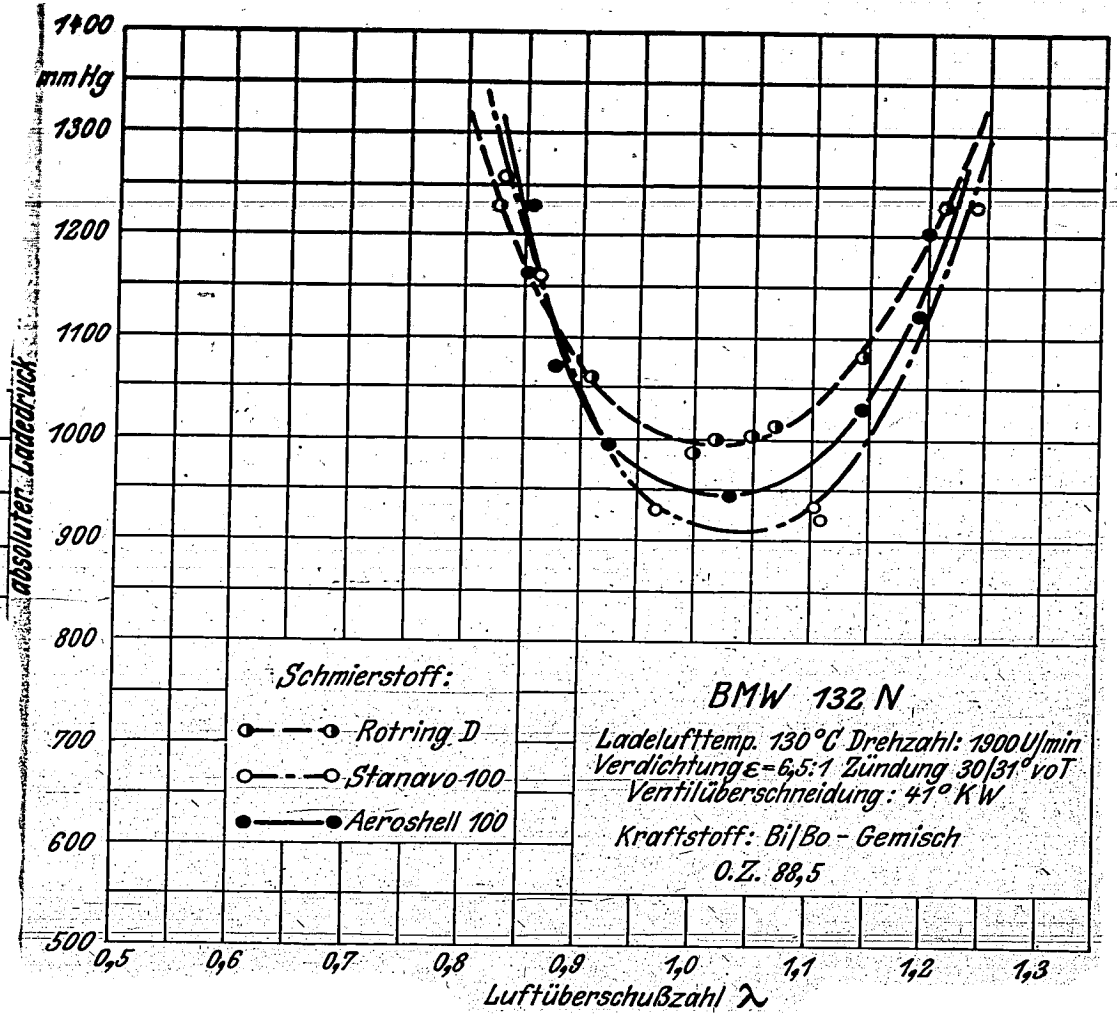


Abb. 6: Klopfgrenzkurven vom Bi/Bo-Gemisch bei verschiedenen Schmierölen am Motor BMW 132 N.

DB 601

Ladelufttemp. 130°C Drehzahl 1900 U/min
Verdichtung: $\epsilon=8,0:1$ Zündung: 35° vor T
Ventilüberschneidung: 120° KW

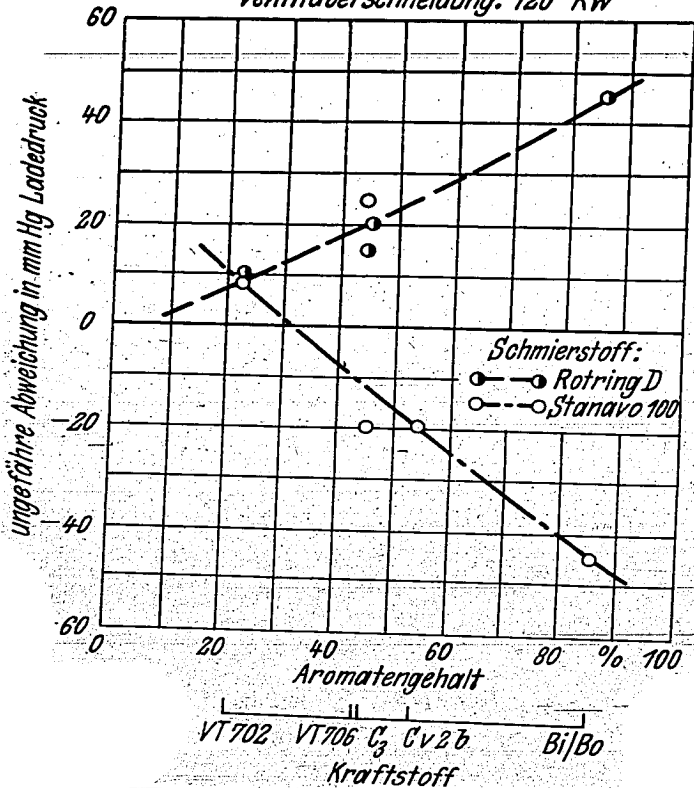


Abb. 7: Ungefähre Abweichung der Klopfgrenzkurven bei Verwendung von Rotring und Stanavo 100 von der mit zero Shell gefahrenen Kurve in Abhängigkeit des Aromatengehaltes.

Tafel 1

000375

Motordatenblatt

Motor-Typ: DB 601

Daten:

Hub - 160 mm
Bohrung - 150 mm
Verdichtung ϵ - 8,0
Hubraum - 2,020 Liter
Kompressionsraum - 404 cm³

Steuernormen

E 6	E 8	A 3	A 8
°v.o.T.	°n.u.T.	°v.u.T.	°n.o.T.
71	56	69	49

Gemischaubereitung: - Einspritzung: Förderbeginn 26°n.o.T.

Pumpe - Bosch PZ 2/100 V 402 (Nockenpumpe)

Düse - L'Orange 6/38 9 - 2029 A

Zündvorrichtung

Kerzen - Bosch J 260 T 1

Magnet - Bosch FI 1R 36

Bosch FI 1L 36

Ladeluft

Cebläse - Klein, Schanzlin & Becker 1,5 atü 450 m³/h

Luffterhitzer - DVL 24,5 KW

Kühlstoff

: Wasser

Pumpe

Maschinenfabrik Odessa Typ S 30/160 135 l/min

Auspuffanlage

: DVL, über Schalldämpfer, Absauggebläse

Bremsmittel

: Siemens - Generator Typ A 6 247

Tafel 2

Kennzeichen der Schmieröle.

Lieferer	Deutsche Vacuum- öl A.G., Bremen	Wifo Staßfurt Leopoldshall	Wifo Nieder- sachswerfen
Beseichnung	Rotring	Stanavo	Aero-Shell
Nr.	D	100	100
Eingangs- Dat.	423/40	269/41	270/41
Spez.Gew.(b.20°C)	16.12.40	12.8.41	8.8.41
Refraktion	0,8913	0,886	0,8889
Viskosi- tät °E)	b.20°C) 1,4923	1,4918	1,4907
	50°C) 120	103	119,2
	100°C) 18,0	17,3	17,7
Polhöhe	2,82	2,75	2,88
Flammpunkt °C	1,88	1,68	1,90
Brennpunkt °C	272	259	270
Stockpunkt °C	323	308	317
Säurezahl mg KOH	-16	-18	-17
Verseifungs- zahl "	0,04	0	0,02
Asphalt	0,19	0,09	0,1
Asche	0	0	0
	0	0	0

Tafel 3

Kennzahlen der Kraftstoffe.

Bezeichnung	75 VT 706b 25% VT 707 240/41 gemischt bei DVL	CV 2b 157/42 ifo, Coswig	25% Bi unverbleit 75% Flieger-Bo 120/41 gemischt bei Olex	VT 702 + 0,12 BTÄ 405/40 Ammoniakwerk Merseburg	C3 + 0,12 BTÄ 189/42 Wifo, Schäferhof
Spez. Gewicht b. 20°C	0,7760	0,8023	0,8285	0,7206	0,7642
Refraktion n _{D20}	1,4358	1,4537	1,4696	1,4021	1,4307
Wasserlös. Best. %	0	0	0	0	0
Dampfdruck Reid atm	0,385	0,335	0,215	0,435	0,425
Siedeverhalten					
Siedebeginn	50	48,5	68	48	50
10 % bis °C	71	80	78	64	74
20	80	90	80	70	83,5
30	86,5	98,5	81,5	76	92
40	92,5	106	84	83	99
50	99	113,5	87	90	108
60	106	122	89	97	118,5
70	115	130	93	105	132
80	126,5	140	100	112,5	147,5
90	142	151,5	116	123	166
Siedeende	99/160	97,5/166	98/146	98/144	98/183
Korrod. Eigenschaften Cu, Al-Nieten 3 Std. 50°C	unverändert	unverändert	unverändert	unverändert	unverändert
Verharzung mg/100 cm ³	1,2	1,0	9,8	2,4	6,6
Kristall. Punkt °C	unter -60 (etwas trüb)	unter -60	-19	unter -60	unter -60
Bleigehalt n. Jodverf.	0	0	0	0,12	0,12
Jodzahl (Hanus)	1,90	3,61	2,60	3,2	4,25
Anilinpunkt II °C	51,0	48,0	58,4	60,2	58,0
Arom. + Unges. Gew. %	44	53,7	85,3	22	44,8 ¹⁾
Kettwinkel					
Naphthene %	35,4	33,9	5,7	25,5	18,4 ¹⁾
Paraffine %	20,6	12,4	9,0	52,5	36,8 ¹⁾
C-Gehalt %	87,78	88,3	90,38	85,20	87 ²⁾
H ₂ -Gehalt %	12,35	11,3	9,68	14,73	13 ²⁾
O ₂ -Gehalt %	0	0	0	0	0
C/H-Verhältnis	7,11	7,8	9,34	5,78	6,7
L ₀ theor. Luftbedarf kg/kg	14,3	14,0	13,7	14,85	14,4
Unterer Heizwert	10105	9991	9849	10457	10250 ²⁾
Oktanzahl M.M.	75	79	88,5	92	95

1) von 254/41 (Werte der U'stelle Dragehnen)
2) berechnet aus spez. Gewicht

000376