

07149

E-Stelle  
Travemünde

Entwicklung und Erprobung  
Haltebeständiger Torpedo - Oele.

Lfd.Nr.2.  
T-Bericht Nr.1  
f.Auftr.E2 - 104/6  
Blatt 1.

B.Nr. 2473/40 geh.

23

Inhalt:

- I. Zusammenfassung.
- II. Aufgabe.
- III. Schmierstoffe, Kraftstoffe und Versuchsmaschine.
- IV. Durchführung und Ergebnis der Versuche.

**Geheim!**

1. Dies ist ein Staatsgeheimnis im Sinne des § 88 RStGB.
2. Weitergabe nur verschlossen, bei Postbeförderung als „Einschreiben“.
3. Aufbewahrung und Verantwortung des Empfängers unter geheimerem Verschluss.

Travemünde, den 31. Juli 1940.

Bearbeiter:  
gez. Unterschrift.

Der Erprobungsleiter:  
gez. i.V. Unterschrift.

- 2 x GL 5, II }
  - 1 x LJK 8 }
  - 1 x LG 7 }
- 1 x TVA - Eckernförde
- 1 x Re, E3c, Fachgruppe,
- 1 x DVL, Inst.f.Betriebsstoffe
- 1 x Torp.-Insp.Kiel
- 1 x OKM Berlin
- 1 x Rg I }
- 1 x E 6/7 } Tra.
- 1 x E3L }
- 1 x Intava Hbg.
- 1 x Rhenania-Ossag, ZMI, Hbg.
- 1 x IG.-Farben, Fechn.Prüfstand,Ludwigsh.

T-Bericht umfaßt:

- 18 Blatt Text,
- 2 Blatt Analysen,
- 10 Blatt Diagramme,
- 3 Blatt Bilder.

15 Ausfertigungen.

14. Ausfertigung.

Genehmigt GL 5 II : gez. Dehalow

P.d.R: gez. Unterschrift.

### I. Zusammenfassung.

Die bis  $-50^{\circ}\text{C}$  kältebeständigen Mineralöle LKO 215, 217 und 217a der Intava u. Shell 5944, 46195 der Rhenania-Ossag sowie einige andere Mineralöle wurden in Vergleich zu normalen Torpedoöl (75% Knochenöl + 25% Rüböl) in der F5-Torpedomaschine auf dem Prüfstand betr. ihrer Verwendungsmöglichkeit untersucht. Mit mehreren Maschinen wurden einschl. der Einregulierungs- und Kontrollversuche insgesamt über 80 Versuchsläufe von je 2 bis über 4 Minuten Dauer durchgeführt. Bei den Kälteversuchen wurde die Maschine vor dem Versuch bis unter  $-50^{\circ}\text{C}$  abgekühlt und festgestellt, daß die Kälteöle auch bei diesen tiefen Temperaturen einen einwandfreien Lauf der Maschine gewährleisten. Im normalen Betrieb trat bei Verwendung der Öle LKO 215 u. 217 sowie Shell 5944 im Vergleich zu normalen Torpedoöl noch ein Leistungsverlust von 4 bis 8% auf, der hauptsächlich als Abdichtungsverlust am Kolben ermittelt werden konnte. Bei den Kälteversuchen, insbesondere mit LKO 217, wurde der Verlust infolge des höheren Spiritusgehaltes der Wasser-Spiritus-Mischung und wohl auch infolge des zäheren Ölfilmes fast wieder aufgehoben.

Bei den auf Grund der ersten Versuchsreihe weiter entwickelten Ölen LKO 217a und Shell 46195 konnte über eine Laufzeit von 2 Minuten die volle Maschinenleistung wie mit normalen Torpedoöl erreicht werden. Erst nach Ablauf der 2. Minute trat allmählich Leistungsverlust ein, der bei LKO 217a nur noch 3% betrug.

Es soll deshalb das bei diesen Versuchen bisher beste kältebeständige Öl Intava LKO 217a zu den Schußversuchen bei der TVA eingesetzt werden. Die hauptsächlichsten Ergebnisse wurden schon in den vorläufigen Berichten - Schreiben 523/40 geh. v. 21.II.40, 618/40 geh. v. 4.III.40, 1956/40 geh. v. 20.VI.40- und im Besprechungsprotokoll 21/40 v. 10.IV.40, B.Nr. 1103/40 geh. v. 4.VI.40 (Versanddatum) an die TVA-Eckernförde und die entsprechenden zuständigen Stellen mitgeteilt. Die Versuche werden mit einigen weiter entwickelten Ölen in Travemünde noch fortgesetzt.

### II. Aufgabe.

Da das z.Zt. verwendete normale Torpedoöl nur bis  $-17^{\circ}\text{C}$  kältebeständig ist, und es außerdem aus Beschaffungsgründen wünschenswert erscheint, von der bisherigen Basis Knochenöl abzugehen, waren im Auftrag des RLM - GL 5 II Mineralöle, die bis  $-50^{\circ}\text{C}$  kältebeständig sind, hinsichtlich ihrer Verwendungsmöglichkeit als Torpedoöl zu prüfen. Auf Grund vorangegangener Besprechungen mit der TVA, der Intava und Rhenania-Ossag (später auch mit der IG-Farben) waren die von den Firmen angelieferten kältebeständigen Schmieröle zu untersuchen. Da die chemische Analyse der Öle keine Schlüsse bezgl. des Verhaltens in der Maschine zuließ, wurde die Prüfung der Öle auf dem Prüfstand erforderlich.

III. Schmierstoffe, Kraftstoffe u. Versuchsmaschine.a) Schmierstoffe:

Kälteöle: Intava LKO 215, Lieforg. v. Sept. u. Dez. 39 Intava Hbg.  
 " " LKO 217, " " Dez. 39 " Jan. 40 " " "  
 " " LKO 217a, " " April 1940 " " "  
 Shell 5944 " " Juli 39 Rhonania-Ossag "  
 " 4 6195 " " Mai 40 " " "

LT-Öel: Torpedoöl normal, bei E-Stelle vorhanden.

Motorenöle: Flugmotorenöl: Intava Rotring-D, B 30002,  
 Lief. vom 11. I. 39.

Autoöl: .. Esselub 20,  
 Lief. Febr. 39, DAPG, Hamburg.

Bootsmotorenöl: Gasolin EM 85,  
 Lief. v. Apr. 39, Deutsche Gasolin.

Die Analysendaten der Schmierstoffe sind auf Anlage 1 und 2 zusammengestellt.

b) Kraftstoffe:

Wasser-Spiritus-Gemisch mit 96 Vol.-%igem Spirit.) bei E-Stelle  
 Torpedo-Petroleum lt. Lieferbedg. ) vorhanden.

Preßluft von 180 bis 200 atü.

Gefrierpunkte der Wasser-Spiritus-Gemische siehe Anlage 3.

c) Versuchsmaschine:

F5 - Torpedo-Maschine: Vierzylinder-Stern-Anordnung.

Kolben-Hub = 90 mm

Zyl.-Bohrung = 93,5"

Hubvolumen f. 1 Zyl. = 618 cm<sup>3</sup>

Gesamt-Hubvolumen = 2 470 cm<sup>3</sup>

Leistung = 88-90 PS bei 1025 U/min., Niederdruck = 25 atü  
 mittl. eff. Druck = 16,0 kg/cm<sup>2</sup> (aus Bremswerten)

Leistung = 64-65 PS bei 950 U/min., Niederdruck = 19 atü  
 mittl. eff. Druck = 12,5 kg/cm<sup>2</sup> (aus Bremswerten)

Bei einem Auspuff-Gegendruck von 0,4 - 0,6 atü und mit  
 Schmierstoff LT-Öel normal.

Behälter: Wasserbehälter = 17 Ltr.  
 Brennstoffbehälter = 2,5 "  
 Original-Öelbehälter = 1,5 "  
 Versuchs-Öelbehälter = 2,5 " (meist verwend.)  
 Kühlwasserkasten = 65 "  
 Kesselinhalt F5 = 126 "  
 Kesselinhalt Whitehead = 260 " .

#### IV. Durchführung und Ergebnis der Versuche.

##### a) Prüfstandsaufbau:

Für die Versuche wurde aus den hier vorhandenen F5-Torpedos eine Maschine ausgebaut, ein entsprechender Prüfstand errichtet und die Maschine mit einer der hier vorhandenen Wasserbremsen gekuppelt. Aus den Abbildungen Nr. 1-4, Anlage 13 und 14, ist der Gesamtaufbau ersichtlich. Die Maschine einschließlich Ölbehälter, sowie der Brennstoff- und Wasserbehälter wurden zur Aufnahme des Kühl- bzw. Kälteflüssigkeit mit je einem Kasten umgeben (Abb. 1 und 4). Für Kühlwasserszufuhr zur Maschine wurde noch eine halbkreisförmige Vorrichtung über bzw. um die Maschine gebaut, die über ein Absperrventil direkt an die Hauptwasserleitung angeschlossen war.

Das Absperrventil wurde vom Bedienungsstand mittels Seilszug betätigt. Auf diese Weise war es möglich, im Augenblick des Startes über die Maschine entsprechend der Praxis schlagartig von allen Seiten genügend Wasser zuzuführen. Der 65 Ltr. fassende Wasserkasten war somit in 12 sec. voll gelaufen und die Maschine in 10 sec. völlig vom Wasser umgeben. Dies dürfte recht gut der Praxis entsprechen, wo ja der 20,5 Ltr. fassende Maschinenraum ebenfalls eine gewisse Zeit zur Wasserfüllung benötigt.

Zu bemerken ist noch, daß als Rohrleitungen von Brennstoff-, Wasser- und Ölbehälter zur Maschine die Originalleitungen verwendet wurden. Es wurden also sämtliche Längen und Querschnitte beibehalten. Lediglich die Preßluft wurde aus ca. 3 - 4 m Entfernung aus dem Luftkessel mittels Spezialhochdruckschlauch zugeführt.

Da die Ölverbrauchsverhältnisse ungewiß und mit höheren Verbräuchen zu rechnen war, wurde ein größerer Ölbehälter mit 2,5 Ltr. Inhalt gebaut und verwendet, der in seiner Ausführung und Anordnung der Ein- und Austrittsöffnungen sowie der Ein- und Austrittsquerschnitte dem Originalbehälter völlig gleich war.

##### b) Meßeinrichtung:

Zur Messung der Drücke wurden Fein-Manometer verwendet (Abb. 1 - 4) und die Hoch-, Mittel- und Niederdruckstufe sowie der Kurbelgehäuse- und Auspuffgegendruck gemessen. Der Auspuffgegendruck wurde mittels eines in die Auspuffleitung eingebauten Absperrventils erzeugt und kurz davor gemessen (Anl. 15, Abb. 5). Das Drehmoment wurde an der Leuchtbildwaage und die Drehzahl an einem Tachometer abgelesen. Zur Messung der Maschinentemperatur dienten Thermo-Elemente, die in die dafür hergestellten Deckelverschraubungen der Zylinder und des Schiebergehäuses eingebaut waren. Es wurden dazu Spezial-Elemente (Material: Eisen-Konstantan K 52) angefertigt, die mit der Innenflöhe der Verschraubungen abschnitten und sich damit im Innern des Zylinders bzw. des Schiebergehäuses befanden. Die Kühlwasser- bzw. Kälteflüssigkeitstemperaturen im Wasserkasten wurden mit Widerstandsthermometern (Platin 50 Ohm bei 0°C) gemessen. Die gesamten Temperaturen sowie zusätzlich die Maschinendrehzahl wurden während der jeweiligen Versuchen auf 2 Vierfachsreiber

Übertragen und anschließend ausgewertet. Bei der überaus kurzen Versuchsdauer von je nur 2 - 4 Minuten hatten sich zwecks genauer Temperaturmessungen die Vierfachsreiber als erforderliche erwiesen und auch gut bewährt. Während einiger Versuche wurden das Drehmoment, die Drehzahl und die Drücke mittels Filmapparat aufgenommen und der Verlauf zur Betrachtung der gesamten Versuche herangezogen.

Die Messung des Wasser- und Brennstoffverbrauches wurde durch Auslitern der Restmengen ermittelt. Zur Erhöhung der Meßgenauigkeit wurde am Vierwegehahn ein Seilzug angebaut und von Hand betätigt. Damit konnte der Vierwegehahn gleichzeitig mit dem Sperrschieber, der ebenfalls durch Seilzug von Hand betätigt wurde, nach der jeweiligen Versuchszeit sofort geschlossen werden. Die verbrauchte Menge konnte so mit genügender Reproduzierbarkeit ermittelt werden. Die verbrauchte Ölmenge wurde durch Nachfüllen des Ölbehälters bestimmt, da das Auslitern der Restmenge infolge der Zähigkeit des Öles zu großen zu große Fehlmessungen verursacht. Da die Ölzufuhr über eine Verteilerwelle mit Keilnut geschieht, ist der Ölverbrauch stark abhängig von der Drehzahl. Bei Versuchen mit niedrigerer Drehzahl als 1025 U/min ergab sich dann auch ein wesentlich höherer Ölverbrauch.

c) Grundversuche, Druckreglerprüfung bis -30°C Kälte:

Da keinerlei Unterlagen betr. Leistung und Verhalten der Maschine vorhanden waren, wurden gleichzeitig zur Einarbeitung des Bedienungs-personals vorerst eine Reihe von Grundversuchen durchgeführt. An der Maschine Nr. 231, LT 4033, wurde vorerst an der Einstellung des Druckreglers usw. nichts geändert.

Versuchsbedingungen:

- Drehzahl = 1000-1200 U/min) war nicht konstant
- Leistung = 90- 110 PS ) zu halten.
- Kesseldruck = 180 kg/cm<sup>2</sup>
- Niederdruck = 25 kg/cm<sup>2</sup>
- Mitteldruck noch nicht gemessen, Auspuffgegendruck = 0,0 kg cm<sup>2</sup>
- Brennstoffdüse = 0,95 mm
- Wasserdüse = 2,7 mm
- Öldüse = 3,0 mm
- Wasser-Spirit.-Gem. = 70/30 Vol.%

Bei den Grundversuchen stellte sich heraus, daß die Maschine Nr. 231 sehr unregelmäßig lief und nicht auf konstanter Drehzahl zu halten war. Mit der inzwischen aufgebauten Vorrichtung zur Prüfung des Druckreglers (Anl. 15, Abb.6) wurde dann festgestellt, daß der Druckregler dieser Maschine in der Mittel- und Niederdruckstufe nicht einwandfrei arbeitete. Es wurden Vergleiche mit dem einwandfreien Druckregler der Maschine Nr. 177 aus LT 4154 durchgeführt.

Bei der Druckreglerprüfung wurde Hochdruck auf den Regler gegeben und kurz darauf, nach 30 sec., der Sperrschieber gezogen. Der Luftaustritt am Regler wurde mittels Regulierventil (Abb. 6) auf 25 atü Niederdruck eingestellt. Bei dem Druckregler der Maschine Nr.231 wurden folgende Druckwerte gemessen:

| Zeit<br>Sec. | HD<br>kg/cm <sup>2</sup> | MD<br>kg/cm <sup>2</sup> | ND<br>kg/cm <sup>2</sup> |
|--------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 0            | 180                      | 100                      | 18)                      |
| 30           | 180                      | 95                       | 25)                      |
| 60           | 160                      | 65                       | 25)                      |
| 90           | 140                      | 50                       | 18)                      |
| 120          | 130                      | 50                       | 22)                      |
| 150          | 80                       | 50                       | 24)                      |
| 180          | 60                       | 40                       | 25)                      |

HD abfallend,  
LT-Öl normal.  
Temp. + 15°C.

| Zeit sec. | HD kg/cm <sup>2</sup> | MD kg/cm <sup>2</sup> | ND kg/cm <sup>2</sup> |   |
|-----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---|
| 0         | 180                   | 90                    | 18                    | HD = konstant<br>LT-Öl normal.<br>Temp. + 15°C. |
| 30        | 180                   | 90                    | 25                    |   |
| 60        | 180                   | 90                    | 25                    |   |
| 90        | 180                   | 90                    | 22                    |   |
| 120       | 180                   | 90                    | 18,5                  |   |
| 150       | 180                   | 90                    | 18                    |   |

Außer der zu hohen Mitteldruckstufe und dem unregelmäßigen Niederdruck zeigte der Druckregler jedesmal schon vor dem Ziehen des Sperrschiebers bei 0 sec. 18 kg/cm<sup>2</sup> Druck an und blies nach 1 - 2 Minuten Öl ab.

Mit dem Druckregler der Maschine Nr. 177 wurden dagegen untenstehende Druckwerte gemessen. Außerdem wurden Orientierung über das Verhalten des Druckreglers Druckmessungen in der Kälte bis -30°C mit Kälteölen durchgeführt. Zu diesem Zwecke wurde der auf Abb. 6 (Anl.15) ersichtliche Blechkasten mit Alkohol bis zum völligen Eintauchen des Reglers gefüllt und das Ganze mittels fester Kohlensäure bis auf -30°C abgehühlt.

| Zeit sec. | HD kg/cm <sup>2</sup> | MD kg/cm <sup>2</sup> | ND kg/cm <sup>2</sup> | MD kg/cm <sup>2</sup> | ND kg/cm <sup>2</sup> | MD kg/cm <sup>2</sup> | ND kg/cm <sup>2</sup> |
|-----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| -         | -                     | LT-Öl normal          |                       | LKO 215               |                       | Shell 5944            |                       |
| -         | -                     | + 15°C                |                       | - 30°C                |                       | - 30°C                |                       |
| 0         | 180                   | 160                   | 2,0                   | 180                   | 1,5                   | 170                   | 2,2                   |
| 30        | 180                   | 54                    | 25,5                  | 54                    | 26,0                  | 53                    | 25,5                  |
| 60        | 150                   | 53                    | 25,5                  | 54                    | 25,8                  | 52                    | 25,5                  |
| 90        | 130                   | 52                    | 25,5                  | 53                    | 26,0                  | 52                    | 25,5                  |
| 120       | 90                    | 50                    | 26,0                  | 51                    | 26,2                  | 52                    | 26,0                  |
| 150       | 60                    | 50                    | 26,0                  | 49                    | 26,0                  | 50                    | 26,2                  |
| 180       | 50                    | 42                    | 26,0                  | 42                    | 25,8                  | 44                    | 26,5                  |
| 190       | 45                    | 40                    | 26,5                  | 38                    | 26,8                  | 38                    | 27,5                  |
| 210       | 40                    | 37                    | 25,5                  | 36                    | 26,0                  | 36                    | 26,5                  |
| 240       | 35                    | 28                    | 25                    | 28                    | 25,4                  | 30                    | 24                    |
| 245       | 30                    | 24                    | 21                    | 26                    | 22                    | 26                    | 21,5                  |
| 250       | 25                    | 22                    | fällt                 | 23                    | fällt                 | 22                    | fällt                 |

Die Druckreglerprüfung ergab ein einwandfreies Arbeiten auch bei tiefen Temperaturen bis -30°C. Aus dem Druckverlauf ist ersichtlich, daß die ND-Stufe bei einem HD unter 40 kg/cm<sup>2</sup> bei ca. 35 kg/cm<sup>2</sup> abzufallen beginnt. Kurz vor dem Abfallen steigt der ND jedesmal um 0,5 bis 1,0 kg/cm<sup>2</sup> an. Es ist dies durch den Aufbau als Kolbenregler bedingt und konnte auch während der Bremsversuche laufend beobachtet werden.

Beim Vergleich des Druckverlaufes der beiden Regler ist zu ersehen, daß sich beim Regler Nr. 177 der MD nach Öffnen des Sperrschiebers sofort auf einen mittleren Druck von ca., 52 kg/cm<sup>2</sup> einstellt und dann erst später allmählich mit dem HD fällt. Damit stellte sich auch der ND auf einen konstanten Wert ein. Beim Regler Nr. 231 lag dagegen die MD-Stufe viel zu hoch und schwankte außerdem in weiten Grenzen. Die damit verbundenen Schwankungen im ND dürften auf Kolbenmündigkeiten des gesamten Reglers zurückzuführen sein.

d) Versuche mit verschiedenen Schmierstoffen:

Unter den nachstehenden Betriebsbedingungen wurden mit der Maschine Nr. 177, LT 4154, Versuche mit den verschiedensten Schmierstoffen durchgeführt, die sich zwecks Schonung der Maschine meist nur über eine Laufzeit von 120 sec. erstreckten:

|                         |   |                              |
|-------------------------|---|------------------------------|
| Drehzahl                | = | 1025 U/min.                  |
| Leistung                | = | 82 - 90 PS                   |
| Kesseldruck             | = | 180 kg/cm <sup>2</sup>       |
| Mitteldruck             | = | nicht gemessen               |
| Niederdruck             | = | 25 kg/cm <sup>2</sup>        |
| Auspuffgegedruck        | = | 0,6 kg/cm <sup>2</sup>       |
| Kurbelgehäusedruck      | = | 0,5 - 0,8 kg/cm <sup>2</sup> |
| Brennstoffdüse          | = | 1,0 mm                       |
| Wasserdüse              | = | 2,4 mm                       |
| Öldüse                  | = | 3,0 mm                       |
| Wasser-Spiritus-Gemisch | = | 70/30 Vol.%                  |

Es wurden verschiedene Mineralöle und zwar Autoöl, Bootsmotorenöl, Flugmotorenöl rein und mit Benzinzusatz sowie 3 Kälteöle eingesetzt. Die Öle wurden im Vergleich zu LT-Öl normal gefahren und die Ergebnisse durch Kontrollläufe mit LT-Öl normal zwischen den verschiedenen Versuchen und am Schluß jeweils überprüft. Die eingesetzten Öle hatten zum Teil eine 2-, 5- und 10-fache Viskosität des LT-Öl normal (gemessen bei 20°C). Bezüglich des Leistungsverhaltens waren die Öle sehr unterschiedlich und ergaben gegenüber dem Normalöl einen Leistungsverlust von ca. 2 - 8 %.

Nachfolgende Tabelle zeigt die Versuchswerte (siehe auch Anl.4):

| Ölsorte:         | Viskosität <sup>0</sup> E |      | Ne<br>PS.<br>1025<br>U/min. | Verlust<br>% | Öl-<br>Verbr.<br>f.2Min<br>Ltr. | Kurbel-<br>gehäuse-<br>Druck<br>ata |
|------------------|---------------------------|------|-----------------------------|--------------|---------------------------------|-------------------------------------|
|                  | 20°C                      | 50°C |                             |              |                                 |                                     |
| LT-Öl Norm.      | 12,3                      | 4,3  | 89,0                        | —            | 1,20                            | 1,50                                |
| Intava Rotring   | 122,8                     | 18,0 | 87,0                        | 2,25         | 0,45                            | —                                   |
| Intava LKO 217   | 10,0                      | 3,2  | 86,0                        | 3,50         | 1,30                            | 1,60                                |
| Rotring + 15% Bi | 15,0                      | 4,0  | 84,5                        | 5,00         | 1,17                            | —                                   |
| Intava LKO 215   | 3,1                       | 1,6  | 83,0                        | 6,70         | 1,60                            | 1,80                                |
| Essolub 20       | 24,5                      | 5,2  | 83,0                        | 6,70         | 1,15                            | —                                   |
| Gasolin RM 85    | 60,9                      | 9,3  | 83,0                        | 6,70         | —                               | —                                   |
| Shell 5944       | 6,5                       | 2,2  | 82,0                        | 7,86         | 1,50                            | 1,75                                |

Das Öl Intava LKO 217 wurde auf Grund der ersten Prüfstandsversuche mit einer höheren Viskosität hergestellt und ist eine Weiterentwicklung des LKO 215.

Aus den Werten ist ersichtlich, daß von den Kälteölen das LKO 217 mit der höchsten Viskosität, die der des Normalöles fast gleichkommt, den geringsten Leistungsverlust aufweist und daß bei Verwendung sehr dicker Öle das mit der höchsten Viskosität und zwar Flugmotorenöl Rotring wiederum der Leistung des LT-Öles am nächsten kommt. Aus der Zunahme des Kurbelgehäusedruckes mit Abnehmen der Viskosität geht hervor; daß der Leistungsverlust bei Verwendung dünnerer Öle zum großen Teil auf schlechtere Abdichtung zurückzuführen ist. Da der Kolben der P5-Maschine nur einen Kolbenring besitzt, ist dieser starke Einfluß der Viskosität der Öle durchaus möglich. Die Ölverbräuche nehmen, da die Öldüse von 3 mm und der Öldruck bei allen Versuchen gleich war, mit steigender Viskosität ebenfalls ab. Bei Verwendung sehr dicker Öle müßte, um ausreichende Schmierung zu gewährleisten, evtl. die Öldüse etwas vergrößert werden. (s. Nachtrag Bl -17-)

e) Versuche mit versch. Wasser-Spiritus-Gemischen.Temperaturen und Luftverbrauch.

Die surseit verwendete 70/30 Vol.-%ige Mischung Wasser-Spiritus gefriert bei  $-16^{\circ}\text{C}$ . Es war deshalb für die Kälteversuche erforderlich, Mischungen mit höherem Spiritusgehalt auf ihr Verhalten in der Maschine zu prüfen. Es wurden daher mit den unter d) Blatt 7 angegebenen Betriebsbedingungen mit Wasser und mit verschiedenen Wasser-Spiritus-Mischungen Vergleichversuche über eine Laufzeit von 120 sec. durchgeführt, deren Ergebnisse in nachfolgender Tabelle aufgeführt sind:

| Mischung<br>Vol.-%<br>Wasser-Spiritus | No<br>PS<br>1025 U/m. | Temperaturen<br>Zylinder |     | °C (Mittelwerte) |     |              |
|---------------------------------------|-----------------------|--------------------------|-----|------------------|-----|--------------|
|                                       |                       | II                       | IV  | Schieber<br>II   | IV  | Aus-<br>puff |
| 100/0                                 | 84,0                  | 150                      | 130 | 230              | 170 | 180          |
| 70/30                                 | 89,0                  | 220                      | 190 | 350              | 250 | 280          |
| 40/60                                 | 89,0                  | 230                      | 210 | 370              | 270 | 300          |
| 20/80                                 | 89,0                  | 250                      | 220 | 400              | 290 | 310          |

Der untenliegende Zylinder II und insbesondere Schieber II haben höhere Temperaturen als der obenliegende Zylinder und Schieber IV, da der Weg des Preßluftdampfgemisches vom Verdampfer zum Zylinder II kürzer ist, als bis Zylinder IV. Bei den Versuchen mit verschiedenen Mischungskomponenten Wasser-Spiritus hat sich besonders bei den Kälteversuchen, die Mischung von 20/80 Vol.-% Wasser/Spiritus am günstigsten verhalten, die auf Grund der Nachprüfung im Laboratorium bis  $-60^{\circ}\text{C}$  kältebeständig ist. (Siehe Anl. 3). Beim Fahren dieser Mischung unter normalen Bedingungen trat gegenüber der Normal-Mischung 70/30 Vol.-% Wasser-Spiritus eine Temperatursteigerung in der Maschine von rund  $30 - 50^{\circ}\text{C}$  ein, die auf den höheren Spiritusanteil zurückzuführen ist. Die Leistung war die gleiche geblieben. Beim Betrieb mit Wasser rein trat gegenüber der Normal-Mischung 70/30 Vol.-% ein Temperaturabfall von  $60,80$  bis  $120^{\circ}\text{C}$  ein. Verbunden damit ist eine Leistungsverminderung auf 84 PS = 5,6% bei 1025 U/min.

Bemerkenswert war bei den Versuchsläufen mit Wasser rein, daß schon nach einer Laufzeit von 100 sec. die Leistung und Drehzahl der Maschine von 84 auf 70 PS bei 950 U/min nach 110 sec. und auf 60 PS bei 850 U/min. nach 120 sec. abfiel (über Leistungsabfall siehe weiter unter f) Blatt 9). Gleichzeitig war vor allem die Niederdruckstufe um 5 - 6  $\text{kg/cm}^2$  von 24  $\text{kg/cm}^2$  auf 19 und 18  $\text{kg/cm}^2$  abgefallen. Bei der Betrachtung des Kesseldruckverlaufes zeigte sich, daß über den gleichen Zeitraum von 120 sec. ein höherer Luftverbrauch stattgefunden hatte, so daß der Kesseldruck (v.d. Druckregler gemessen) nach 100 sec. nur noch 35  $\text{kg/cm}^2$  betrug. Bei 40/35  $\text{kg/cm}^2$  HD beginnt nun aber schon die Niederdruckstufe abzufallen (siehe unter e) Blatt 6). Der Druckverlauf des Kesseldruckes ist nachfolgend für die verschiedenen Versuche gegenüber gestellt. (Gleichzeitig ist der normale Verlauf des Kurbelgehäuse- und Auspuffgedruckes mit angeführt.)

| Zeit:                           | SEC.                | 0   | 20   | 40   | 60   | 80   | 100  | 120  |
|---------------------------------|---------------------|-----|------|------|------|------|------|------|
| Wasser-Spiritus<br>70/30 Vol.-% | HD $\text{kg/cm}^2$ | 180 | 150  | 125  | 100  | 80   | 60   | 45   |
| Wasser rein                     | HD $\text{kg/cm}^2$ | 180 | 145  | 110  | 80   | 60   | 35   | 25   |
| Kurbelgeh.-Druck                | ATA                 | -   | 1,70 | 1,80 | 1,80 | 1,55 | 1,45 | 1,55 |
| Ausp.-Gegendruck                | ata                 | -   | 1,50 | 1,60 | 1,60 | 1,50 | 1,45 | 1,55 |

Aus den Worten ist der bei Betrieb mit reinem Wasser höhere Luftverbrauch klar erkennbar und damit die Ursache für den Leistungsabfall nach rund 100 sec. Laufzeit festgestellt. (+ geringere Luftbedarf bewirkt bei gleicher Druckreglereinstellung eine Laufstreckenverlängerung und ist bedingt durch den im Spiritus bzw. Alkohol in gebundener Form vorhandenen Sauerstoffanteil. Daraus erklärt sich auch die weiter oben angeführte und gemessene Temperatur-Steigerung mit zunehmenden Spiritusgehalt. Die aus dem Vorhergesagten theoretisch zu erwartende Leistungssteigerung bzw. Luftbedarfverringerung mit weiter zunehmenden Spiritusgehalt konnte nicht festgestellt werden. Die Anwesenheit von Spiritus ist also hier in jedem Falle günstig für den Verbrennungsverlauf, und diese Tatsache kommt damit der Forderung des höheren Spiritusgehaltes für den Betrieb unter Kälteeinfluß zugute.

f) Leistungsverhalten, Laufzeiten und Verbräuche:

Bei den Versuchen stellte sich gleich zu Beginn heraus, daß bei Läufen von 180 sec. in der Leistung abfiel und bis zum Schluß die volle Leistung nicht mehr erreichte. (Anlage 5 und 6.) Durch Kontrolle am Auspuff wurde festgestellt, daß die Verbrennung aufhörte, und die Maschine nur kalt weiterlief. Es wurde ursprünglich auf eine Störung im der Brennstoffzufuhr geschlossen. Zur Klärung wurden Versuche mit einem Brennstoffbehälter, der innen mit einem Prallblech versehen war, durchgeführt. Diese Einrichtung führte aber zu keinem Erfolg. Es wurde dann ein größerer Luftkessel, und zwar der Kessel des Whitehead-Torpedos, angeschlossen, der einen Luftinhalt von ca. 260 Ltrn. gegenüber 126 Ltrn des F5-Kessels aufweist. Es wurde nun mit dem gleichen Anfangsdruck von 180 atü und mit den Betriebsbedingungen wie unter d) (Blatt 7) gefahren. Die Maschine lief mit dem größeren Kessel die gesamte Zeit von 180 sec. mit der vollen Leistung von 90 PS bei 1025 U/min. durch (Anl.7). Dabei betrug der Kesseldruck nach 130 sec. noch rund 80 - 90 atü gegenüber nur 30 - 40 atü bei Verwendung des kleineren F5-Kessels (Anl.5 bis 8).

Die Prüfung der F5-Maschine auf längste Laufzeit mit den vorhandenen Energiemengen (Wasser-Spiritum = 17 Ltr., Petroleum = 2,5 Ltr.) unter Verwendung des Whitehead-Kessels und eines größeren Ölbehälters von 2,5 Ltr. Inhalt ergab, daß die Maschine nur 220 sec. mit der vollen Leistung von 90 PS bei 1025 U/min. läuft (Anl.8). Obwohl dann der Hochdruck noch 60 atü betrug, setzte wiederum die Verbrennung aus, da nur noch insgesamt knapp 3 Ltr. Wasser-Spiritum-Gemisch und 200 cm<sup>3</sup> Petroleum vorhanden waren. Der Ölverbrauch betrug dabei über 2 Ltr. Der Rest, 3Ltr. Wasser-Spiritum-Gemisch, ist der Rest Wasser- und Petroleumbehälter zusammengerechnet, so daß die im Wasserbehälter allein noch vorhandene Menge tatsächlich noch kleiner war. Diese Restmengen genügen nicht mehr, um den Betrieb mit voller Leistung aufrechtzuerhalten. Es wurden bei den Versuchen mit Whitehead-Kessel mit durchgehend voller Leistung folgende Verbräuche gemessen:

| Mischung                      | Laufzeit<br>sec. | Ne<br>PS<br>1025 U/min. | Verbräuche in Litern               |                           |                                       |
|-------------------------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|
|                               |                  |                         | bei vollen<br>Wasser-<br>Spiritus. | Ne. üb.<br>Petro-<br>leum | gesamte Laufzeit<br>IT - Öl<br>Normal |
| Wasser-Spirit.<br>70/30 Vol.% | 180              | 89,0                    | 13,8                               | 2,15                      | 1,75                                  |
| Wasser-Spirit.<br>70/30 Vol.% | 222              | 89,0                    | 14,8                               | 2,30                      | 2,40                                  |

Nachstehend sind noch die Verbräuche der Normalversuche mit F5-Kessel mit Leistungsabfall aufgeführt:

+Der für Betrieb mit Wasser-Spiritum festgestellte

| Mischung                       | Laufzeit<br>sec. | No<br>PS<br>1025 U/min. | Verbräuche in Litern<br>bei No-Abfall nach |                | 130 sec.<br>LT-Öl<br>normal |
|--------------------------------|------------------|-------------------------|--|----------------|-----------------------------|
|                                |                  |                         | Wasser-<br>Spirit.                         | Petro-<br>leum |                             |
| Wasser-Spirit.<br>70/30 Vol.-% | 120              | 89                      | 8,5  | 1,20           | 1,25                        |
| Wasser rein                    | 120              | 84                      | 11,0                                       | 1,65           | 1,20                        |
| Wasser-Spirit.<br>70/30 Vol.-% | 180              | 89                      | 12,0                                       | 1,60           | 1,70                        |

- Aus diesen Versuchen und den gemessenen Verbrauchswerten geht Folgendes hervor:
- 1.) Der Luftkessel ist bei P5-Torpedo für eine Laufzeit von 180 sec. mit durchgehender Leistung = 90 PS bei 1025 U/min. zu klein. (Kesselinhalt = 126 Ltr., Kesseldruck = 160 bis 200 kg/cm<sup>2</sup>.)
  - 2.) Der Ölbehälter ist für die unter 1.) aufgestellten Bedingungen ebenfalls zu klein
  - 3.) Für eine Laufzeiterhöhung über 220 sec. ist ~~denn~~ außerdem der Wasser- und Petroleumvorrat zu gering.
- Bei einer Nachprüfung mit einer anderen P5-Maschine Nr. 315 aus LT 4213 wurden die obigen Ergebnisse bestätigt.

+Die Verbräuche mit reinem Wasser liegen für die gleiche Laufzeit wesentlich höher, als mit Wasser-Spiritus-Mischung. Der Grund dafür ist wiederum im Spiritusanteil zu suchen

g) Kälteversuche:

Die Kälteversuche wurden mit den Kälteölen Intava LEO 215, LEO 217 und Shell 5944 durchgeführt. Dazu wurde zwecks Isolation noch um den Wasserkasten der Maschine ein Holzkasten angebracht (siehe Anl. 13 u. 14) und das Ganze oben abgedeckt. Der Wasserkasten der Maschine und der Brennstoff- und Wasserbehälter (siehe Anl. 13, 14) wurde dann mit Alkohol gefüllt und mit fester Kohlensäure (Trockeneis) heruntergekühlt. Es wurden also vor dem Versuch außer der Maschine auch der Ölbehälter, der sich innerhalb des Wasserkastens befand, sowie der Brennstoff- und Wasserbehälter auf die gewünschte Kälte gebracht. Die Kühlzeit dafür betrug durchschnittlich 2 Stunden, wobei die gewünschten Temperaturen von -30, -40 und -50°C nach 1/2 bis 1 Stunde mühelos erreicht wurden. Nach Abkühlung auf -40 und -54°C wurde die Kältelösung im Wasserkasten der Maschine abgelassen, sofort unterkühltes Wasser von -5°C eingefüllt und sofort gestartet. Die Kältelösung für die Betriebsstoffbehälter wurde nicht abgelassen, so daß diese Behälter wie es der Praxis entsprechen würde, während des Versuches weiter bei der selben Temperatur abgekühlt blieben. Die Maschine sprang dann mit Temperaturen von -10 und -20°C, im Moment des Startes gemessen am Schieber und Zylinder, mit den Kälteölen und einer 20/80%igen Wasser-Spiritus-Mischung jedesmal einwandfrei an. (Anl. 9). Ein Versuch wurde sogar bei -50°C gestartet (siehe Anl. 10), wobei die Maschine ebenfalls sofort anließ. Dabei wurde Kühlwasser im Moment des Startes zugelassen. Von 11 Kälteversuchen konnten 10 durchgeführt werden. Bei dem einen Versuch trat ein Kaltkäufer infolge Abbrechens von nur einer Schußpatrone auf. Die Versuche wurden mit den unter d) Blatt 7 aufgeführten Bedingungen gefahren. Der bei Lauf unter normalen Temperaturen mit den Kälteölen auftretende Leistungsverlust wird beim Betrieb in der Kälte zum Teil, bei LEO 217 fast ganz, wohl infolge des säheren Ölfilmes und damit besserer Abdichtung, sowie infolge des höheren Spiritusgehaltes der Spiritus-Wasser-Mischung wieder aufgehoben. Nachstehende Zusammenstellung zeigt die Leistungsverhältnisse:

Intava  
LKO 217Intava  
LKO 215Shell  
5944

Leistungsverlust gegenüber LF-Öl norm. No - 89 PS

norm. Temp. 3,5% = 86,0 PS  
-52°C Kälte 1,5% = 87,7 PS6,7% = 85 PS  
3,5% = 86 PS7,9% = 82,0 PS  
7,0% = 82,8 PS

Der Temperaturverlauf vor dem Start bis kurz nach dem Start ist für Kälteversuche mit Wassereinfüllung kurz vorm Starten unter a) und für den Kälteversuch mit gleichseitigem Wassereinflaß beim Starten unter b) nachstehend auf Grund der Temperaturkurven des Vierfachschrreibers zusammengestellt:

| Zeit<br>vor.u.nach<br>Start<br>sec. | Temperaturen in °C (über 0°C Mittelwerte) |        |      |      |          |      |      |      |         |      |
|-------------------------------------|---|--------|------|------|----------|------|------|------|---------|------|
|                                     | Zylinder                                  |        |      |      | Schieber |      |      |      | Auspuff |      |
|                                     | II  |        | IV   |      | II       |      | IV   |      | a       | b    |
|                                     | a   | b      | a    | b    | a        | b    | a    | b    | a       | b    |
| 180                                 | -54                                       | -52    | -52  | -52  | -54      | -52  | -54  | -52  | -22     | -18  |
| 120                                 | -52                                       | -52    | -51  | -52  | -51      | -52  | -52  | -52  | -22     | +18  |
| 60                                  | -50                                       | -52    | -51  | -52  | -51      | -52  | -52  | -52  | -22     | -18  |
| 40                                  | -25                                       | -52    | -42  | -52  | -26      | -52  | -32  | -52  | -22     | -18  |
| 20                                  | -18                                       | -52    | -22  | -52  | -20      | -52  | -20  | -52  | -20     | -18  |
| 10                                  | -15                                       | -52    | -15  | -52  | -16      | -52  | -16  | -52  | -20     | -18  |
| 0                                   | -20                                       | -52    | -19  | -52  | -21      | -52  | -18  | -52  | -50     | -51  |
| 10                                  | +160                                      | ausge- | +140 | +160 | +400     | +400 | +200 | +260 | +180    | +280 |
| 20                                  | +240                                      | fallen | +210 | +220 | +460     | +470 | +260 | +330 | +310    | +360 |
| 40                                  | +260                                      |        | +240 | +250 | +470     | +460 | +300 | +320 | +320    | +340 |

a = Wassereinführung vor dem Start.

b = Wassereinführung im Moment des Startes.

Aus dem Temperaturverlauf ist zu sehen, daß schon nach 10 - 20 sec. Laufzeit die vollen Temperaturen erreicht werden, und daß dann bei vorangehendem Kälteeinfluß innerhalb 10 - 20 sec. eine sehr starke Temperatursteigerung von minus nach plus auftritt. Das Material wird also sehr hoch beansprucht.

Betreffs der Maschinentemperaturen wurde bei den Kälteversuchen festgestellt, daß wohl infolge höherer innerer Reibung einerseits und vor allem des höheren Spiritus Anteils andererseits gegenüber dem Betrieb bei normalen Temperaturen mit 70/30 Wasser-Spiritus eine Temperatursteigerung um 40,80 bis 130°C eintritt. Die Temperaturerhöhung ist also noch um rund 80°C größer, als bei den unter e) Blatt 8 angegebenen Versuche. Nachstehend sind die Temperaturen angegeben, die bei den Kälteversuchen unter Verwendung verschiedener Wasser-Spiritus-Gemische erreicht wurden:

| Mischg.Vol.%<br>Wasser/Spirit. | Temperaturen °C d. Kälteversuche (Mittelwerte) |        |           |           |         |
|--------------------------------|--|--------|-----------|-----------|---------|
|                                | Zyl.II   | Zyl.IV | Schieb.II | Schieb.IV | Auspuff |
| 40/60                          | 240  | 230    | 430       | 290       | 300     |
| 30/70                          | 240  | 230    | 460       | 300       | 360     |
| 20/80                          | 260  | 250    | 480       | 330       | 360     |

Diese Temperatursteigerung dürfte aber unbedenklich sein, da die Maschine trotz der sehr hohen Anzahl der Versuchsläufe bei den Kontroll-Läufen am Schluß immer noch die volle Leistung ergeben hat.

Es wurden mit der Maschine Nr. 177 insgesamt 55 Versuchsläufe zusammen mit einer Gesamtlaufzeit von rund 117 Minuten durchgeführt. Diese Laufzeit ist fast um das Doppelte größer, als der von der TVA angegebene Grenzwert der Versuchslaufzeiten bis zur Überholung von rund 60 Minuten. (= 60000 m.) Die Maschine wurde absichtlich zwecks Erprobung nicht geschont und über das normale Maß hinaus belastet. Trotz der wesentlichen Überschreitung der normalen Laufzeit konnten aber die Versuche einschließlich der Kälteversuche anstandslos immer mit der Leistung durchgeführt werden. Die Ölverbräuche bei den Kälteversuchen ergaben naturgemäß wegen der mit der Kälte zunehmenden Zähigkeit der Öle andere Werte, da die Öldüse ja beibehalten wurde. Ebenso wurden beim Betriebsstoff- und Petroleumverbrauch andere Werte gefunden. Die Werte der Kälteversuche sind im Vergleich zu denen der Normalversuche nachstehend aufgeführt:

|                | Laufzeit sec. | No    | Verbräuche in Ltr. |         |      |            |                                |
|----------------|---------------|-------|--------------------|---------|------|------------|--------------------------------|
|                |               |       | PS bei 1025 U/min. | LKO 215 | 217  | Shell 5944 | versch. Wasser-Spirit. Mischg. |
| Norm. Versuche | 120           | 82+86 | 1,60               | 1,50    | 1,50 | 8,5        | 1,20                           |
| Kälteversuche  | 120           | 83+88 | 1,25               | 0,50    | 1,15 | 7,0        | 1,05                           |

Die Verbräuche der Wasser-Spiritus-Mischung waren für die Mischungen 40/60 30/70 und 20/80 Vo% bei den Kälte- und Normalversuchen praktisch gleich und ein Unterschied bei der hier anwendbaren Meßmethode nicht feststellbar.

**h) Versuche mit weiter entwickelten Ölen und Laufzeiten mit geringerer Leistung:**

Auf Grund des bisherigen Prüfstandstandsergebnisse wurden nach Rücksprache mit den Firmen von der Intava und Rhenania-Ossag die Öle weiter entwickelt und zwei weitere Öle Intava LKO 217a und Shell 46195 mit höherer Viskosität hergestellt und angeliefert (Analysen-Anlage 1).

Bei der Besprechung mit der TVA im April 1940 in Travemünde wurde von der TVA mitgeteilt, daß neuaufdrings, um mit der vorhandenen Luftmenge für volle Leistung auszukommen, die LT-Maschine auf 30 sm/h und eine Laufstrecke von 3500 m bei einem Kessel-Anfangstrupp von 200 atü eingebremst werden. Es wird deshalb an der Bremse nur mit einer Leistung von 60 bis 65 PS bei 950 U/min. bei 18 bis 19atü Niederdruck gefahren.

Für die weiteren Versuche verwendete Maschine Nr. 315 aus LT 4213 wurde daher der Druckregler auf der Regler-Prüfvorrichtung in der Mitteldruckstufe von 52 atü auf 44 atü in der Niederdruckstufe von 26 atü auf 18 - 19 atü eingestellt. Bei den Vorversuchen mit der Maschinen Nr. 315 trat beim Fahren mit Leistungen mit von rund 90 PS und HD 26 atü der Leistungsabfall schon nach 110 sec. (siehe unter f) Blatt 9). Bei Erhöhung des Kesselanfangsdruckes auf 200 atü trat der Leistungsabfall etwas später und zwar nach 135 sec., ein. Die Maschinen zeigte also dasselbe Verhalten, wie Maschine Nr. 177.

Nach Erprobung verschiedener Düsenkombinationen für die niedrigere Leistung von rund 65 PS wurden die weiteren Versuche unter folgenden Bedingungen gefahren:

- Drehzahl = 950 U/min.
- Leistung = 64,5 PS
- Kesseldruck = 180 bzw. 200 kg/cm<sup>2</sup>
- Mitteldruck = 44 kg/cm<sup>2</sup>
- Niederdruck = 19 "
- Auspuffgedruck = 0,4 - 0,5 kg/cm<sup>2</sup>
- Kurbelgehäusedruck = 0,5 - 0,7 "

|                          |   |                  |
|--------------------------|---|------------------|
| Brennstoffdüse           | = | 0,8 mm           |
| Wasserdüse               | = | 2,0 bzw. 2,15 mm |
| Öldüse                   | = | 3,0 mm           |
| Wasser-Spiritus-Mischung | = | 70/30 Vol.-%     |

Bei einem Kesseldruck von 200 atH wurde mit o.a. Bedingungen (Wasserdüse- 2,15 mm) als längste Laufzeit mit völdurchgehender Leistung **Neu 64,5 PS** eine Laufzeit von **240 sec.** erreicht, die bei der abgegebenen Leistung einer Laufstrecke von **3500 m** bei **30 cm/h** entspricht. Dabei wurden folgende Verbräuche gemessen:

|                 |   |                      |
|-----------------|---|----------------------|
| Wasser-Spiritus | = | 11,40 Ltr. Verbrauch |
| 70/30 Vol.-%    |   |                      |
| Petroleum       | = | 1,45 " "             |
| LT-Öl normal    | = | 1,60 " "             |

Darzu geht hervor, dass betr. des Ölverbrauchs der Originalölbehälter des F5-Torpedos für diese Betriebsdaten mit 1,5 Ltr. Inhalt noch ziemlich knapp bemessen ist.

Bei den anschließenden Vergleichsversuchen mit dem Kälteöl LKO 217a, Shell 46195 und Lt-Öl normal wurde festgestellt, dass in Gegensatz zu den bisherigen Versuchen mit dem Öl 217a über eine Laufzeit von 2 Minuten die gleiche Leistung und mit Shell 46195 annähernd die gleiche Leistung wie mit normalem Torpedoöl erreicht werden konnte. Die Versuchszeit erstreckte sich unter den o.a. Bedingungen über drei Minuten. Erst nach einer Laufzeit von 2 Minuten trat allmählich bis zum Ende der dritten Minute ein Leistungsabfall ein, der bei LKO 217a nur noch 3% und bei Shell 46195 noch 7% betrug. In den folgenden Aufstellungen sind die einzelnen Werte zusammengestellt; (siehe auch Anlage 11 und 12).

|              | Jantava LKO 217a                              | Shell 46195      |
|--------------|---|------------------|
| Laufzeit     | Ne-Verlust gegenüber LT-Öl norm. Ne = 64,5 PS |                  |
| 0 bis 2 Min. | 0,0% = 64,5 PS                                | 1,55 % = 63,5 PS |
| 2 " 3 "      | 3,1% = 62,5 "                                 | 7,0 % = 60,0 PS  |

Berücksichtigt man, dass beim Betrieb unter Kälteeinfluss der Leistungsverlust zum Teil wieder aufgehoben wird, so sind die Ergebnisse mit dem Kälteöl LKO 217a schon als günstig zu betrachten. Es soll deshalb dieses Öl als das bisher beste Kälteöl bei den Schussversuchen bei der FVA - Eckeraförde mit eingesetzt werden.

Bei den 3 Minuten - Versuchen wurden unter o.a. Betriebsbedingungen mit einer Wasserdüse von 2 mm Bohrung folgende Verbräuche gemessen:

| Verbräuche in Litern. |                       |           |              |          |             |
|-----------------------|-----------------------|-----------|--------------|----------|-------------|
| Laufzeit sec.         | 70/30 Wasser-Spiritus | Petroleum | LT-Öl normal | LKO 217a | Shell 46195 |
| 180                   | 6,8                   | 1,00      | 1,20         | 1,30     | 1,25        |

Die Verbräuche liegen wegen der geringeren Leistung und kleineren Drehzahl tiefer als die der Tabelle auf Blatt 10. Ebenso ist der Ölverbrauch für 180 sec. wegen des tieferen Niederdruckes geringer und beträgt nur 1,2 Ltr. statt 1,6 Ltr. (Blatt 10).

Bei den Versuchen wurden folgende Temperaturen gemessen:

Temperaturen 20 (Mittelwerte)

| Wasser-Spiritus Vol. % | No PS 950 U/min. | Temperaturen °C (Mittelwerte) |     |             |     | Auspuff |
|------------------------|------------------|-------------------------------|-----|-------------|-----|---------|
|                        |                  | Zylinder II                   | IV  | Schieber II | IV  |         |
| 70/30                  | 60-64,5          | 200                           | 170 | 290         | 220 | 250     |

Die Temperaturen liegen infolge der geringeren Maschinenbelastung ebenfalls tiefer als die auf Blatt 8 für die gleiche Wasser-Spiritus-Mischung angegebenen Werte. Über die noch durchzuführenden Versuche mit einigen noch weiter entwickelten und inzwischen angelieferten Ölen werden die Ergebnisse in einem ~~weiteren~~ zweiten Teilbericht zusammengefasst. Es wird dann bei den Versuchsläufen gleichzeitig versucht werden zu klären, wie weit der Leistungsabfall bei den Kälteölen evtl. auch noch abhängig von der Höhe der Belastung bzw. Leistung der Maschine ist, da ja bei den beiden zuletzt untersuchten Ölen der Leistungsabfall erst nach 2 Minuten Laufzeit eingetreten war.

#### i) Kaltläufer:

Bei den bisher mit den drei Maschinen durchgeführten über 80 Versuchsläufen traten insgesamt nur 2 Kaltläufer auf und zwar bei einem Kälte- und einem Normalversuch. In beiden Fällen lag die Ursache im Versagen der Zündpatronen. Es war jeweils nur eine Patrone abgebrannt. Die andere hatte nur gezündet und ist dann erloschen bzw. war gar nicht zur Entzündung gekommen. Eine brennende Patrone genügt also nicht, um die Verbrennung in der Maschine aufrecht zu erhalten. Um eine größere Sicherheit für das Auspringen zu gewährleisten, sind die Zündpatronen zur Vermeidung von Versagern noch weiter zu verbessern.

#### k) Schlussbemerkungen:

Um Angaben über die durch den Lauf der Maschine an das umgebende Kühlwasser abgegebene Wärmemenge zu gewinnen, wurden die Temperaturen im Wasserkasten ebenfalls gemessen.

In Wasserkasten befanden sich jeweils 65 Ltr. Wasser, von dem die Maschine umgeben war. Für die Laufzeit mit durchgehend voller Leistung von rund 90 PS ergaben sich folgende Werte:

Laufzeit 180 sec. : Erwärmung des Wassers von + 10 auf + 65 ° C  
 " 220 " : " " " " + 8 " + 76 ° C,

daraus Wärmemenge, die vom Kühlwasser aufgenommen wurde:

$$Q = G \cdot c_p \cdot (t_2 - t_1)$$

$$Q = 65 \cdot 1 \cdot (76 - 8) = \underline{\underline{4420 \text{ kcal.}}}$$

Die die Maschine im Torpedo umgebende Wassermenge wurde durch Auslitera mit 20,5 Ltr festgestellt. Wenn nun kein Kühlwasser-durchlauf vorhanden wäre, würde eine Temperatursteigerung auf:

$$t_2 = \frac{Q}{G \cdot c_p} + t_1 = \frac{4420}{20,5} + 8 = \underline{\underline{223^\circ C}}$$

eintreten.

Abschließend für die Betrachtung für die Betrachtung der Geschwindigkeiten und Laufstrecken in Abhängigkeit von der Leistung ergibt sich folgender Rechnungsgang:

Die zur Überwindung der Widerstände aufzuwendende Leistung ist:

$$\text{Leistung } N_e = \frac{W \cdot V}{75 \cdot 3,6} \quad (\text{PS})$$

Der zu überwindende Widerstand ist:

$$\text{Widerstand } W = \frac{f}{2} \cdot v^2 \cdot c_w \cdot F \quad (\text{kg}),$$

$$\frac{f}{2} = \frac{20^2}{2 \cdot 0^2 \cdot 8} = \frac{1000}{9,81 \cdot 2} = 51 \left( \frac{\text{kg sec}^2}{\text{m}^4} \right) \quad \text{f. Wasser}$$

$$F = 0,159 \text{ m}^2 \quad \text{bei } D = 0,45 \text{ m}$$

Widerstandsbeiwert  $c_w = 0,16$  angenommen bzw. aus der gebremsten Leistung und zugehörigen Geschwindigkeit errechnet.

$$\text{Leistung } H_o = \frac{f \cdot v^3}{2 \cdot 3,6^3 \cdot 75} \quad (\text{PS})$$

$$H_o = \frac{v^3}{2700} \quad (\text{PS})$$

$$\text{Geschwindigkeit } v = \sqrt[3]{H_o \cdot 27000} \quad (\text{km/h})$$

Für die Leistungen ergeben sich dann folgende Geschwindigkeiten (1 deutsche Seemeile = 1,853 km):

|                           |   |
|---------------------------|---|
| $H_o = 64,5 \text{ PS};$  | $v = \sqrt[3]{\frac{64,5 \cdot 27000}{2700}} = 55,8 \text{ km/h} = 30,1 \text{ sm/h}$ |
| $H_o = 86,0 \text{ PS};$  | $v = \sqrt[3]{\frac{86,0 \cdot 27000}{2700}} = 61,4 \text{ km/h} = 33,1 \text{ sm/h}$ |
| $H_o = 110,0 \text{ PS};$ | $v = \sqrt[3]{\frac{110 \cdot 27000}{2700}} = 66,6 \text{ km/h} = 36,0 \text{ sm/h}$  |

Die 3,1% Leistungsverlust von 64,5 PS ergeben 62,5 PS, dann ist:

$$v = \sqrt[3]{\frac{62,5 \cdot 27000}{2700}} = 55,2 \text{ km/h} = 29,8 \text{ sm/h}.$$

Die 3,1% Leistungsverlust würden also einen Geschwindigkeitsverlust von 0,3 sm/h zur Folge haben.

Aus den max. Laufzeiten mit voll-durchgehender Leistung ergeben sich rechnerisch folgende Laufstrecken:

- a) bei  $H_o = 86 - 90 \text{ PS}$ , Geschwindk.  $v = 33 \text{ sm/h} = 17 \text{ m/sec}$ .  
max. Laufzeit = 220 sec. (mit Whitehead-Kessel 260 Ltr)

$$\text{Laufstrecke} \approx 3700 \text{ m}$$

- b) bei  $H_o \approx 65 \text{ PS}$ , Geschwindigkeit  $v = 30 \text{ sm/h} = 15,4 \text{ m/sec}$ .  
max Laufzeit = 240 sec. (mit F5-Kessel = 126 Ltr.)

$$\text{Laufstrecke} \approx 3700 \text{ m}.$$

Bei größerer Leistung und damit höherer Geschwindigkeit ist also die Laufstrecke von rund 3500 bis 3700 m nur mit einem größeren Luftvorrat oder mittels Sauerstoff-Anreicherung zu erreichen.

07164

- 16 -

Nachtrag: Nach Abschluß d. Berichtes wurden inzwischen Bremserproben mit einer 8 Zyl.-Whitehead-Maschine (gebaut in Weymouth, England) durchgeführt. Dabei wurde festgestellt, daß bei Verwendung v. LEO 217 a im Vergleich zum vorgeschriebenen dicken Öl (verwendet wurde Aero-Shell-Mittel) bei einer Leistung von rd. 160 PS ein Abfall von nur 1 bis 1,5% auftrat, der noch innerhalb der Meßgenauigkeit liegt. Die Maschine hat je 2 Kolbenringe und Ölpumpe.

Damit hat ihre Behauptung der schlechten Abdichtung bei der F5- Maschine ihre Bestätigung gefunden.

Motorenöle.

| Ölsorte:                  | Intava<br>Rotring-D<br>B 30002 | Standard<br>Essolub<br>20 | Gasolin<br>RM 85 |
|---------------------------|--------------------------------|---------------------------|------------------|
| Lieferung vom:            | Okt. 39                        | Febr. 39                  | April 39         |
| Farbe                     | braun-<br>gelb                 | gelb-<br>braun            | braun            |
| Brechung $n_D^{20}$       | 1,4930                         | 1,4843                    | 1,5010           |
| Spez. Gew.<br>bei 20°C    | 0,888                          | 0,871                     | 0,901            |
| Viskosität $^{\circ}E$ :  |                                |                           |                  |
| bei 20°C                  | 122,8                          | 24,5                      | 60,9             |
| bei 50°C                  | 18,0                           | 5,2                       | 9,3              |
| Viskos. Polhöhe           | ~2,1                           | 1,92                      | 2,4              |
| Richtungs-<br>Konstante m | ~3,5                           | 3,62                      | 3,78             |
| Stockpunkt $^{\circ}C$    | - 19                           | - 30                      | - 16             |
| Flamm. o. T. $^{\circ}C$  | 275                            | 230                       | 231              |
| Neutral.-Z.<br>mg KOH/g   | 0,0                            | 0,084                     | 0,05             |
| Verseif.-Z.<br>mg KOH/g   | 0,0                            | 0,307                     | 0,15             |
| Fettgehalt %              | 0,0                            |                           | 0,0              |
| Conradson<br>Gew. %       | 0,313                          | 0,119                     | 0,480            |
| Aschegehalt<br>Gew. %     | 0,003                          | 0,004                     | 0,007            |
| Wasser<br>Gew. %          | 0,0                            | 0,0                       | 0,0              |

Entwicklung und Erprobung  
Kältebeständiger Torpedo - Öle

Lfd.Nr.2 T-Bericht Nr 1  
f.Auftrg. E2-104/6

Kälte-Öle und Torpedöl normal

| Ölsorte:                              | Intava<br>LKO 215 | Intava<br>LKO 217    | Intava<br>LKO 217a | Shell<br>5944   | Shell<br>46195 | Torpedo-<br>Öl |
|---------------------------------------|-------------------|----------------------|--------------------|-----------------|----------------|----------------|
| Lieferung vom:                        | Sept.u.<br>Dez.39 | Dez.39 u.<br>Jan. 40 | April<br>40        | Juli 39         | Mai 40         | laufd.         |
| Farbe:                                | gelb              | braun-<br>gelb       | braun              | gelblich        | braun-<br>gelb | gelblich       |
| Brechung $n_D^{20}$                   | 1,4958            | 1,4989               | 1,4988             | 1,4802          | 1,4880         | 1,4702         |
| Spez.Gewicht<br>b.20°C                | 0,894             | 0,893                | 0,983              | 0,875           | 0,886          | 0,914          |
| Viskosität $\frac{0,1}{E}$<br>bei 20° | 3,1               | 10,0                 | 21,1 <i>16</i>     | 6,5 <i>49</i>   | 12,6           | 12,3 <i>94</i> |
| bei 50°                               | 1,6               | 3,2                  | 6,2 <i>46,8</i>    | 2,2 <i>13,8</i> | 3,5            | 4,3 <i>32</i>  |
| Viskos.Polhöhe                        | 2,7               | 1,21                 | 1,15               | 1,9             | 1,52           | 1,11           |
| Richtungs-Kon-<br>stande m            | 4,42              | 3,22                 | 2,88               | 3,94            | 3,48           | 3,00           |
| Stockp. °C                            | - 55              | - 55                 | - 50               | - 56            | - 51           | - 17           |
| Flamm.o.T. °C                         | 168               | 165                  | 167                | —               | 165            | über 200°      |
| Neutral.-Z<br>mg KOH/g                | 0,0               | 0,0                  | 0,03               | 0,05            | 0,028          | 0,28           |
| Verseif.-Z.<br>mg KOH/g               | 0,56              | 0,28                 | 0,56               | 1,01            | 0,728          | 179,8          |
| Fettgehalt %                          | 0,0               | 0,0                  | 0,0                | ~ 0,5           | -              | 100            |
| Conradson<br>Gew.%                    | 0,024             | 0,033                | 0,030              | 0,041           | 0,047          | 0,281          |
| Aschegehalt<br>Gew.%                  | 0,006             | 0,007                | 0,0                | 0,005           | 0,001          | 0,01           |
| Wasser<br>Gew.%                       | 0,0               | 0,0                  | 0,0                | 0,0             | 0,0            | 0,0            |

norm. Torpedöl = 75% reines Knochenöl (Rinderklauenöl)  
+ 25% raff. Rüböl