

VORSCHRIFTEN

für die

PFLEGE DER SCHMIERSTOFFE SOWIE DER
HEIZÖLE UND DER FLÜSSIGEN KRAFTSTOFFE

Instruction for the care and use of lubricating oil as well as fuel oil and liquid fuels. (Issued by the Supreme Command of the Navy. Berlin 1938)

A technical manual on the use of lubricating oil, fuel oils and liquid fuels. The specifications required for different uses (how to avoid impurities and what causes a fuel to lose its value) are discussed.

Vst. M. Heft Nr. 11.

Vorschriften

für die

Pflege der Schmierstoffe sowie der Heizöle und der flüssigen Kraftstoffe

(Ölpflege)



Berlin 1938

Herausgegeben vom Oberkommando der Kriegsmarine

Gedruckt bei Bernard & Graefe, Berlin S.W. 68

M. Dv. Nr. 847

Juli 1938.

Derblatt Nr. 1

Juli 1939.

Handwritten signature

Derblatt Nr. 2

Juni 1940.

Sandstrahlartige Beschichtungen 1—4

für die

Pfl. M. Heft Nr. 11.

Vorschriften für die Pflege der Schmierstoffe sowie der Heizöle und der flüssigen Kraftstoffe.

M.Dv. Nr. 847.

K IV Bb Nr. 2720 vom 27. Juni 1940.

Handwritten signature

Vorschriften

für die

Pflege der Schmierstoffe sowie der Heizöle und der flüssigen Kraftstoffe

(Slipflege)



Vereinmahnung i. d. off. Sammlung
Band: IX Seite: 194
Station O. (Druckschriften-Verw.)
Berlin 1938

Herausgegeben vom Oberkommando der Kriegsmarine

Gedruckt bei Bernard & Graefe, Berlin SW 68

M. Dv. Nr. 847

G e n e h m i g t

Berlin, den 8. Januar 1938.

Der Oberbefehlshaber der Kriegsmarine.

R a e d e r.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
I. Allgemeine Vorbemerkung	9
II. Schmierstoffe	10
A. Herstellung und Gewinnung	10
Einteilung	10
Mineralschmieröle	10
Mischöl (Compoundöl)	11
Auffrischöle	11
Korrosionsschutzöle	11
Synthetische Schmieröle	11
Schmierfette	11
B. Die Schmieröle für Maschinenanlagen von Kriegsschiffen	11
Hauptantriebsanlagen mit Dieselmotoren	12
Hauptantriebsanlagen mit Getriebedampfturbinen	12
Hauptantriebsanlagen mit direkt antreibenden Dampfturbinen	12
Hauptantriebsanlagen mit Dampfkolbenmaschinen	12
Besonders hoch beanspruchte Dieselmotoren auf Sonderfahrzeugen (Schnellboote)	13
Antriebsanlagen mit Dieselmotoren auf Motorbooten	13
Schmierfette	13
Korrosionsschutzöl	13
Sonderöle	13
C. Die Aufgaben des Schmieröles	13
Allgemeine Anforderungen an Schmieröle	13
Temperatur-Zähigkeits-Kurve	13
Stoßpunkt	13
Schmierfähigkeit	14
Alterung	14
Verdampfbarkeit	14
Dioxyde	14
Emulsionsbeständigkeit	14
Selbstzündung	14
D. Veränderungen des Schmieröles im Betrieb	14
Feste Verunreinigungen	14
Berunreinigung durch Wasser	15
Eindringen von Kraftstoff	15
Veränderung durch Verdampfung und Verbrennung	15
Alterung des Schmieröles	15

	Seite
E. Überwachung der Schmieröle im Betrieb	16
Entnahme der Ölproben	16
Untersuchung der Proben	18
Eintragung der Untersuchungen	19
Zusatz von Neuöl zum Betriebsöl	19
F. Maßnahmen bei unzulässiger Veränderung des Schmieröles	20
Mechanische Verunreinigungen	20
Maßnahmen beim Eindringen von Wasser	20
Maßnahmen beim Eindringen von Kraftstoff	20
Maßnahmen bei Alterung	20
Reinigen der ölführenden Teile	21
G. Schmierölbeschaffung und Übernahme	21
Beschaffung	21
Übernahme	22
H. Sammeln und Abgeben von Altöl	22
J. Pflege der Schmierölvorräte	23
III. Heizöle und Kraftstoffe	24
A. Einteilung der Heizöle und Kraftstoffe	24
B. Gebräuchliche Heizöle und Kraftstoffe bei der Kriegsmarine	24
Heizöle	24
Dieselkraftstoffe	24
Bergaserkraftstoffe	24
C. Verhalten der Heizöle und Dieselkraftstoffe im Betrieb	25
Verbrennungsvorgang	25
Anforderungen	26
D. Untersuchung der Heizöle und Dieselkraftstoffe	26
Zweck der Untersuchung	26
Entnahme der Proben und Umfang der Untersuchung	27
Kurzuntersuchung	27
Ausführliche Untersuchung	28
Eintragung der Untersuchungen	28
Beurteilung der Untersuchungsergebnisse	28
E. Heizöl- und Kraftstoffübernahme und Aufbrauch	29
F. Pflege der Heizöl- und Kraftstoffvorräte	33
G. Sicherheits- und Schutzmaßnahmen	33
Sautentzündungen durch Heizöl und Dieselkraftstoff	34
H. Bergaserkraftstoffe	35

	Seite
IV. Untersuchungen	36
1. Äußere Merkmale	36
2. Farbe	36
3. Spezifisches Gewicht	36
4. Zähigkeit	37
5. Neutralisationszahl (Säurezahl)	39
6. Emulgierbarkeit	40
7. Kälteverhalten	41
8. Wassergehalt	41
9. Art des Wassers	43
10. Prüfung von Ölbehältern auf abgesetztes Wasser	43
Untersuchungen mit dem Zündwertprüfer. Beschreibung und Bedienungsanweisungen für den Zündwertprüfer	43
11. Selbstzündungspunkt	47
12. Unterer Zündwert	48
13. Zündverzögerung	50
14. Oberer Zündwert	50
15. Kennzündwert	51
16. Verdampfungsdauer	51
17. Rückstand bei 500°	52
18. Rückstand bei 350°	52
19. Siedezahl	52
20. Selbstzündungskurve	53
21. Flammpunkt	55
22. Alterungsneigung	56
23. Schnellverfahren	57
Geräteverzeichnis	61
Chemikalienverzeichnis	
V. Anlagen	
Werte für neue Schmieröle und zulässige Grenzwerte für Betriebsöle:	
für Dieselmotorschmieröle	65
für Dampfturbinenöle	66
für Dampfkolbenmaschinenöle	67
für Regelöl	68
Temperatur-Zähigkeitskurve:	
für Dieselmotorenzylinderöl	69
für Dieselmotorentriebwerksöl	70
für Getriebedampfturbinenöl	71
für Dampfturbinenöl für direkten Antrieb	72
für Dampfkolbenmaschinen-Schmieröl (reines Mineralöl)	73

	Seite
für Dampfkolbenmaschinen-Schmieröl (Mischöl)	74
für Regelöl	75
Werte für Schmierfett	76
Muster a für Schmieröl-Überwachungsbuch Schmierölbetriebsüberwachung	77
Muster b für Schmieröl-Überwachungsbuch Schmieröl-Übernahme und -Abgabe	78
Muster c für Schmieröl-Überwachungsbuch Schmieröluntersuchung	79
Werte für Heizöle	80
Werte für Dieselkraftstoffe	81
Bedeutung der Werte für Heizöle und Dieselkraftstoffe	82
Werte für Vergaserkraftstoffe	83
Selbstzündungskurven:	
von Heizölen aus Braunkohlenteer, Schieferteer und Steinkohlenteer	84
von Heizölen aus Erdöl	85
von Gemisch Braunkohlenteeröl + Ebanohetzöl 1 : 1	86
von Dieselkraftstoffen	87
von Vergaserkraftstoffen	88
Muster a für Überwachungsbuch der Heizöle und Kraftstoffe Heizöl- und Kraftstoffbetriebsüberwachung	89
Muster b für Überwachungsbuch der Heizöle und Kraftstoffe Heizöl- und Kraftstoff-Übernahme und -Abgabe	90
Muster c für Überwachungsbuch der Heizöle und Kraftstoffe Heizöl- und Kraftstoff-Untersuchung	91
Zähigkeitsmaße	92
Temperaturmaße	93

I.

Allgemeine Vorbemerkung.

Durch die „Vorschriften für die Pflege der Schmierstoffe sowie der Heizöle und der flüssigen Kraftstoffe“ soll eine einheitliche, sorgfältige Pflege der Betriebsstoffe erreicht werden. Außerdem soll den Schiffskommandos beim selbständigen Einkauf im Auslande die Möglichkeit gegeben werden, die wichtigsten Eigenschaften der Betriebsstoffe festzustellen.

In allen Zweifelsfällen sowie zur eingehenden Prüfung ist die Chemisch-Physikalische Versuchsanstalt der Kriegsmarine in Kiel oder das Werkstoffprüfamt (Laboratorium) der Marinewerft Wilhelmshaven zu beteiligen.

Die Vorschriften können erst dann richtig verstanden und wirklich nutzbringend angewendet werden, wenn der Teil der Besatzung, der mit den Betriebsstoffen verantwortlich umgehen muß, über ihre Art und ihr Wesen unterrichtet ist. Der Zweck der Vorschriften würde nur zum Teil erreicht, wenn nur ein kleiner Kreis von Vorgesetzten mit ihrem Inhalt vertraut würde, und der größere Teil der mit der Wartung der Maschinenanlagen beauftragten Soldaten über die Tragweite einer richtigen Behandlung der ihm anvertrauten Betriebsstoffe in Unkenntnis bleiben würde. Auch ihm müssen daher diese Vorschriften in ihren Hauptzügen durch ständigen Unterricht vermittelt werden.

Die Rohstoffmaßnahmen des Reiches verpflichten die gesamte Schiffsbesatzung, hausälterisch mit allen Betriebsstoffen umzugehen. Gebrauchte Schmieröle sind zu sammeln und den Schmierölkreinigungsanlagen bei den Verbrauchsstofflagerverwaltungen der Marinewerft oder des Marinearsenals zuzuleiten. Hierbei sind die Sondervorschriften über das Sammeln und Abgeben der Altöle sorgfältig zu beachten, damit die Öle nach dem Auffrischen wieder voll verwendungsfähig werden.

Bevor Öle in größeren Mengen zur Auffrischung an die Marinewerft oder an das Marinearsenal abgegeben werden, ist die Notwendigkeit der Auffrischung durch das Werkstoffprüfamt (Laboratorium) der Marinewerft oder durch die Chemisch-Physikalische Versuchsanstalt der Kriegsmarine auf Grund eingesandter Proben zu bestätigen. Diese Maßnahme ist erforderlich, da jede Auffrischung mit nicht unbedeutenden Verlusten

Bei Übersendung der Proben sind die Betriebsstunden mit anzugeben. Ist das Öl durch Seewassereinbrüche, Verunreinigung mit Gasöl oder andere Ursachen vorzeitig unbrauchbar geworden, so ist gleichzeitig mitzuteilen, ob das Unbrauchbarwerden auf mangelhafte Betriebseinrichtungen oder Havarieschäden zurückzuführen ist.

II.

Schmierstoffe.

A. Herstellung und Gewinnung.

Einteilung. Zur Schmierung von Kriegsschiffmaschinenanlagen werden benutzt:

reine Mineralöle,

Mischöle, d. i. Mineralöle mit Zusätzen von Pflanzenölen (Compoundöle),

Schmierfette.

Mineralschmieröle. Mineralschmieröle werden aus Erdölen durch Destillation und Raffination gewonnen. Erdöle sind Gemische aus einer großen Zahl von Kohlenwasserstoffen.

Bei der Destillation wird das Rohöl durch Erwärmen verdampft. Dadurch, daß die einzelnen Bestandteile bei verschiedenen hohen Temperaturen wieder in den flüssigen Zustand übergehen, ist eine Trennung in Destilliergruppen möglich. Es entstehen nach ihrer Verdampfbarkeit geordnet Benzin, Petroleum, Gasöl, Schmieröl und Rückstände, aus denen meistens noch Heizöl und Asphalt gewonnen wird. Die Gruppe der Schmieröle ist ziemlich umfangreich. Sie umfaßt, vom leichten Spindelöl bis zum schweren Zylinderöl, alle für die Schmierung gebräuchlichen Öle, die entweder bereits bei der ersten Destillation oder durch nochmalige Destillation voneinander getrennt werden.

Die lediglich durch Destillation gewonnenen Schmieröle, die „Destillate“, sind für hochwertige Maschinenanlagen noch nicht verwendungsfähig. Sie enthalten eine große Anzahl von Kohlenwasserstoffen, die für die Schmierung teils wertvoll, teils schädlich sind. Die schädlichen sind Verbindungen, die unbeständig, meist ungesättigt sind und im Betrieb Auscheidungen hervorrufen, die das ganze Öl unbrauchbar machen.

Um aus dem Destillat ein hochwertiges Schmieröl zu erhalten, muß es raffiniert werden. Bei der Raffination werden die schädlichen Verbindungen mit Schwefelsäure, Bleicherde oder mit besonderen Lösungsmitteln entfernt. Außerdem muß das Paraffin, das bei niederen Temperaturen fest wird, durch Filtern des abgekühlten Oles entfernt werden. Je nach der Sorgfalt, mit der ein solches „Raffinat“ hergestellt wird, ist seine Eignung verschieden. Schlecht raffinierte Öle sind wenig alterungs-

beständig und müssen schon nach kurzer Betriebszeit ausgewechselt werden. Für hochbeanspruchte Maschinenanlagen kommt nur ein sorgfältig raffiniertes, hochwertiges Schmieröl in Frage.

Mischöl (Compoundöl). An Bord von Kriegsschiffen wird Mischöl zur Schmierung von Dampfkolbenmaschinen benutzt. Es besteht aus einer Mischung von Mineralöl mit reinem eingedickten Rüböl (pflanzliches Öl). Der Gehalt an Rüböl beträgt 23 %. Einige Dieselmotoren-Schmieröle enthalten einen geringen Zusatz (etwa 4 %) an pflanzlichen Ölen, ohne deshalb zu den sog. Mischölen zu rechnen.

Auffrischöle. Im Betriebe unbrauchbar gewordene Schmieröle werden wieder aufgefrischt. Dabei werden sie wie die Rohöle einer Destillation und Raffination oder einer Teilbehandlung unterzogen. Gute Auffrischöle sind den Neuölen gleichwertig. Die Untersuchungswerte entsprechen bei sorgfältiger Auffrischung denen der Neuöle. Auffrischöle dürfen daher bei der Übernahme nicht zurückgewiesen werden, soweit die Abgabe durch die Marinewerft, das Marinearsenal oder eine andere Marinediensstelle erfolgt und ihre Untersuchungswerte den gestellten Bedingungen entsprechen.

Korrosionsschutzöle. Sie sind eigentlich keine Schmiermittel, fallen jedoch ihrer Zusammensetzung nach unter diesen Begriff. Die Öle werden dem Kühlwasser beigemischt; sie erzeugen auf den benetzten Metalloberflächen eine Ölschicht, die das Metall vor Anfrassungen schützt.

Korrosionsschutzöle sind gefettete Öle (etwa 2 % Fettgehalt), die stark emulgierbar sind. Aus diesem Grunde sind sie an Bord so zu verwahren, daß auf keinen Fall eine Verwechslung mit Schmierölen erfolgt. Gefäße, die Korrosionsschutzöl enthalten haben, dürfen erst nach sorgfältiger Reinigung für Schmieröle gebraucht werden.

Synthetische Schmieröle. Sie befinden sich noch in der Entwicklung und sind für die Kriegsmarine noch nicht zugelassen.

Schmierfette. Schmierfette sind bei gewöhnlichen Temperaturen mehr oder weniger feste bis salbenartige Schmiermittel, welche bei höheren Temperaturen flüssig werden. Sie bestehen aus kolloidalen Lösungen von Seifen in Ölen und sie enthalten geringe Mengen Wasser.

B. Die Schmieröle für Maschinenanlagen von Kriegsschiffen.

Weitaus am meisten benutzt werden reine Mineralölraffinate. Die Vorschriften in den nächsten Abschnitten beziehen sich daher in erster Linie auf Mineralöle, wenn nichts anderes besonders angegeben ist.

Ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal der Schmierölsorten ist die Zähigkeit. Sie wird in Deutschland in Englergraden (E) gemessen. Der

Englergrad ist das Verhältnis der Ausflußzeit von 200 cm³ Öl bei der Meßtemperatur zu der Ausflußzeit von 200 cm³ destilliertem Wasser bei 20°. Die Zähigkeit von Wasser bei 20° ist gleich 1 E. In Amerika wird die Zähigkeit in Saybolt-Sekunden, in England in Redwood-Sekunden angegeben. (Umrechnungstafel siehe Anlage 28.)

Je nach der Maschinenart, dem Verwendungszweck des Öles und dessen Beanspruchung muß die Ölart gewählt werden.

Folgende Ölsorten sind auf den Kriegsschiffen in Benutzung:

a) Für Hauptantriebsanlagen mit Dieselmotoren soll (mit Ausnahme Abf. e) als Triebwerksöl ein reines, bewährtes Mineralöl mit einer Zähigkeit von 7,5—9,5 E bei 50° benutzt werden. Das gleiche Öl ist auch für alle Hilfsmaschinen, die zur Hauptantriebsanlage gehören, sowie für Rädergetriebe der Haupt- und Hilfsmaschinen zu verwenden. Auch die Diesel & Maschinen erhalten das gleiche Schmieröl wie die Hauptantriebsanlagen. Ist Zylinderschmierung für die Haupt-, Hilfs- oder Diesel & Maschinen nötig, so ist möglichst das Triebwerksöl dazu zu benutzen. Falls dieses wegen zu geringer Zähigkeit ungeeignet ist, soll ein gutes, bewährtes Mineralöl mit einer Zähigkeit von 11,5—12,5 E bei 50° für die Zylinderschmierung benutzt werden. Ob für die Zylinderschmierung das Öl mit niedrigerer Zähigkeit (7,5—9,5 E) oder das mit höherer (11,5 bis 12,5 E) zu verwenden ist, muß in der Betriebsvorschrift festgelegt sein.

b) Für Hauptantriebsanlagen mit Getriebedampfturbinen ist sowohl bei Naßdampf- als auch bei Heißdampfbetrieb ein gutes, bewährtes Mineralöl mit einer Zähigkeit von 5—6,5 E bei 50° zu verwenden. Sämtliche Hilfsmaschinen der Turbinen- und Kesselanlage sind mit dem gleichen Öl zu schmieren, auch wenn sie kein Rädergetriebe haben. Die Turbo & Maschinen erhalten das gleiche Schmieröl, wobei Turbo & Maschinen mit und ohne Getriebe gleich zu behandeln sind. Diesel & Maschinen sind, wie unter a) angegeben, zu behandeln.

c) Für Hauptantriebsanlagen mit direkt antreibenden Dampfturbinen ist ein gutes, bewährtes Mineralöl mit einer Zähigkeit von 2,5—4 E bei 50° zu benutzen. Sämtliche Turbo-Hilfsmaschinen der Turbinen- und Kesselanlagen sowie die Turbo & Maschinen sind mit dem gleichen Öl zu schmieren, wenn nicht nach den Betriebsvorschriften für etwa vorhandene Maschinen mit Rädergetriebe zähere Öle benutzt werden müssen bzw. für Kolben-Hilfsmaschinen das Mischöl mit 23 % Rübölgehalt. Diesel & Maschinen sind, wie unter a) angegeben, zu behandeln.

d) Für Hauptantriebsanlagen mit Dampfkolbenmaschinen sind im allgemeinen Mischöle aus reinem Mineralölraffinat mit 23 % vollkommen reinem, eingedicktem Rüböl zu verwenden. Das Öl soll bei 50° eine Zähigkeit von 6—7 E haben. Auch die Hilfsmaschinen der Maschinen- und Kesselanlage sind mit dem gleichen Öl zu schmieren, desgleichen die G-Maschinen mit Dampfkolbenmaschinenantrieb und die dampfangetriebenen Torpedoluftverdichter.

Für neuzeitliche Dampfkolbenmaschinen mit Umlaufdruckölschmierung ist ein reines, bewährtes Mineralöl mit einer Zähigkeit von 7,5—9,5 E bei 50° zu wählen. Dasselbe Öl ist für alle zur Kessel- und Maschinenanlage gehörenden Hilfsmaschinen und Turbo & Maschinen zu verwenden. Als Zylinderschmieröl ist für Naßdampf-Kolbenmaschinen ein reines Mineralöl von über 4,5 E bei 100° zu wählen, für Heißdampf-Kolbenmaschinen ein reines Mineralöl von über 8 E bei 100°.

Diesel & Maschinen werden wie unter a) behandelt.

e) Für besonders hoch beanspruchte Dieselmotoren auf Sonderfahrzeugen (z. B. Schnellboote) sind Sonderöle nach besonderen Vorschriften, die in die zugehörigen Betriebsvorschriften aufzunehmen sind, zu verwenden.

f) Für Antriebsanlagen mit Dieselmotoren auf Motorbooten sind die gleichen Schmieröle wie für die Haupt- und Hilfsdieselmotoranlagen (siehe unter a) zu verwenden.

g) Schmierfette kommen nur für einzelne Lager, insbesondere Kugel- und Rollenlager, Schnecken, Getriebe usw. in Frage.

h) Korrosionsschutzöl wird in erster Linie als Zusatz zum Kühlwasser der Dieselmotoren benutzt.

i) Sonderöle. Sie werden nur für Sondermaschinen (z. B. Kühlmaschinenanlagen, Verdichter usw.) benutzt. Nähere Angaben darüber sind in den Betriebsvorschriften enthalten.

C. Die Aufgaben des Schmieröles.

Allgemeine Anforderungen an Schmieröle. Die Schmieröle haben zwei Aufgaben zu erfüllen:

1. sollen sie gegeneinander bewegte Metallflächen möglichst so weit voneinander trennen, daß an die Stelle der starken trockenen Reibung von Metall auf Metall die geringe innere Reibung der Schmieröle, die sog. flüssige Reibung, tritt;
2. sollen sie die an den Laufflächen entstehende Wärme abführen.

Das Schmieröl muß eine genügend große innere Reibung (Zähigkeit) besitzen, damit es nicht durch den Lagerdruck weggepreßt wird; andererseits muß die innere Reibung möglichst gering sein, damit unnötiger Kraftverbrauch vermieden wird. Da die Betriebstemperatur einer Schmierstelle stets Schwankungen unterworfen ist, soll weiterhin die Zähigkeit sich möglichst wenig mit der Temperatur ändern, das Öl soll also eine möglichst flache Temperatur-Zähigkeitskurve aufweisen. Eine flache Temperatur-Zähigkeitskurve, verbunden mit einem möglichst niedrigen Stoßpunkt, vermindert auch die Anfahrtschwierigkeiten bei nicht vorgewärmten Maschinen.

Beim Anfahren jeder Maschine muß das Gebiet der „halbflüssigen Reibung“ durchlaufen werden. Diese „halbflüssige Reibung“ oder „unvollständige Schmierung“ bildet bei schlecht eingepaßten Lagern den Dauerzustand. Sie ist mit einem um so größeren Verschleiß verbunden, je weniger haftfest der Ölfilm ist, der sich hierbei nur in äußerst geringer Dicke ausbilden kann. Das Haftvermögen des Ölfilms, also der Widerstand gegen das Zerreißen durch den spezifischen Lagerdruck, ist gleichbedeutend mit der „Schmierfähigkeit“. Die Schmierfähigkeit soll möglichst gut sein.

Ein Schmieröl kann seine Aufgaben nur dann auf die Dauer erfüllen, wenn es außer den genannten noch folgenden Forderungen entspricht:

Es muß widerstandsfähig gegen Oxydation sein, d. h. es muß eine möglichst geringe Alterungsneigung aufweisen.

Es muß hochsiedend sein, damit wenig Öl im Betrieb verdampft.

Es muß, wenn es verbrennt, möglichst vollständig verbrennen, damit keine oder nur sehr wenig Ölkohle entstehen kann.

Es darf mit Kondensat oder Seewasser nicht emulgieren.

Zur Vermeidung von Explosionen in Kurbelwannen, Verdichtern, Anlaßleitungen usw. sollen weiterhin die Schmieröle bei den jeweiligen Betriebsbedingungen nicht zur Selbstzündung neigen.

D. Veränderungen des Schmieröles im Betrieb.

Das Schmieröl ist im Betrieb folgenden Veränderungsmöglichkeiten ausgesetzt:

der Verunreinigung durch feste Fremdstoffe,

der Verunreinigung durch Wasser,

der Vermischung mit Kraftstoff,

der Veränderung durch Verdampfen und Verbrennen,

der Veränderung durch Alterung.

Feste Verunreinigungen können bei Neubau und Instandsetzung in das Öl gelangen. Es handelt sich dabei meistens um Metallspäne, Hammerschlag, Walzhaut, Fuzwolle, Holzspäne und dergleichen. Aber auch im Betrieb ist das Öl mechanischer Verunreinigung ausgesetzt. Diese Verunreinigungen entstehen besonders durch Kost, der sich vor allem in Betriebspausen durch wasserhaltiges Öl im Lagergehäuse, Getriebegehäuse, in Rohrleitungen und Sammelstanks bildet. Ferner durch Metallabrieb und Ölkohle, die bei örtlicher Überhitzung und Verbrennung, bei stark schwankendem Betrieb und beim An- und Abstellen entsteht.

Mechanische Verunreinigungen sind schädlich, weil sie die Ölkäüle verstopfen können, weil sie Lager beschädigen und weil sie auf die Alterung

des Oles beschleunigend einwirken. Sie können weiterhin zu Explosionen Anlaß geben, da sie die Entzündung von Öldämpfen katalytisch beeinflussen. Das gilt besonders im Hinblick auf die Ölkohle.

Verunreinigung durch Wasser. Seewasser gelangt durch Zufluß an offenen Stellen der Räume (z. B. Entlüftungen, Wellendurchtritte) sowie durch Undichtheit an Bauteilen, die auf der einen Seite Öl und auf der anderen Seite Seewasser führen (z. B. Räume mit Kühlwasseranschlüssen, Ölkühler), in den Ölkreislauf.

Wasser, in erster Linie Seewasser, kann mit dem Öl eine Emulsion bilden; dadurch wird die Schmierfähigkeit ungünstig beeinflusst, weil sich ein einheitlicher tragfähiger Ölfilm nicht mehr ausbilden kann. Die Gefahr der Emulsionsbildung ist besonders groß bei bereits gealtertem Öl. Bei Seewassereintrich sind die Maschinenanlagen in jedem Falle ganz besonders der Gefahr des Rostens ausgesetzt. Auch Süßwasser und Kondensat im Öl kann bei längerer Einwirkung Rosten zur Folge haben. Kondensat gelangt bei Dampfanlagen meist durch undichte Wellenabdichtungen ins Öl, insbesondere an den Stellen, an denen Dampf- und Ölstopfbuchse unmittelbar hintereinander liegen. Namentlich beim Anfahren besteht die Gefahr starken Wasserübertritts.

Das Eindringen von Kraftstoff in das Schmieröl verringert, je nach der Menge, die Zähigkeit des Oles und setzt den Flammpunkt und den Bedarf an Zündungssauerstoff im Selbstzündungspunkt herab. Dadurch entsteht die Gefahr von Ölbränden und Explosionen.

Veränderung durch Verdampfung und Verbrennung. Durch Verdampfung geht Öl verloren. Die Öldämpfe können zu Explosionen Anlaß geben. Im Öl können, namentlich durch Teilverdampfung, Rückstände entstehen.

Eine Verbrennung des Oles findet bei der Motorenzylinderschmierung statt. Erfolgt die Verbrennung nicht restlos, so bildet sich Ölkohle, die die Zylinderwandungen, Kolben, Kolbenringe, Auspuffwege und Ventile bedeckt. Ungeeignete Öle bilden harte Ölkohle, die einen schnellen Verschleiß der Zylinderwandungen und Kolbenringe sowie Festfrieren der Kolbenringe verursacht. Ölkohle aus dem Zylinderschmieröl kann namentlich auch bei Tauchkolbenmotoren in den allgemeinen Schmierölkreislauf gelangen.

Alterung des Schmieröles. Unter Alterung versteht man alle jene naturbedingten chemischen und physikalischen Veränderungen, die das Schmieröl im Betrieb erleidet. Sie wird bewirkt durch den chemischen Einfluß des Sauerstoffs (Oxydation) auf die unbeständigen Ölanteile.

Es bilden sich nach einer gewissen Betriebszeit Ölschlamm, die zunächst zwar noch nicht die Schmierfähigkeit verschlechtern. Bald nimmt aber die Schmierfähigkeit ab. Als nächste Stufe der Alterung ist eine Verflüchtigung festzustellen; die Ölsäuren bilden Metallseifen, und diese führen in Gegenwart von Wasser zu einer Emulsion. Bei weiterem Fortschreiten

der Alterung treten Asphaltharze und schließlich Hartasphalte auf. Durch das Altern der Öle steigt die Zähigkeit, das Öl wird trübe und klebrig. Gealterte Öle neigen in erhöhtem Maße zur Bildung von Ölkohle.

Die Alterungsneigung des Öles hängt in erster Linie von seiner chemischen Zusammensetzung ab sowie von der Art der Herstellung. Ein sorgfältig raffiniertes, hochwertiges Öl neigt wenig zur Alterung. Eine Vermischung artfremder Öle kann zur schnelleren Alterung führen.

Der Alterungsverlauf wird wesentlich beeinflusst von der Beanspruchung des Öles (spezifische Belastung und Häufigkeit der Belastung), von der Temperatur, insbesondere auch vom häufigen Temperaturwechsel, von der Belüftung im Betriebe und von der Einwirkung aller Arten von Fremdstoffen wie Staub, Metallabrieb und Ölkohle. Besonders stark beschleunigend wirken Blei und Kupfer.

E. Überwachung der Schmieröle im Betrieb.

Da die Veränderung des Öles im Betriebe die Schmiereigenschaften verschlechtert, ist eine sorgfältige Überwachung notwendig, um den Grad der Veränderung zu erkennen und zu verfolgen und um Maßnahmen zu ergreifen, sobald das Öl die zulässigen Veränderungsgrenzen überschritten hat.

Entnahme der Ölproben. Zur Überwachung des Schmieröles sind während des Betriebes in Abständen von 4 Betriebsstunden Ölproben, und zwar ein Reagenzglas voll, an folgenden Stellen zu nehmen:

1. aus der Schmieröldruckleitung jeder Hauptantriebsanlage vor dem Filter,
2. aus der Schmieröldruckleitung jeder Turbo & Maschine vor dem Filter,
3. aus der Schmieröldruckleitung jeder Diesel & Maschine vor dem Filter,
4. aus der Schmieröldruckleitung jeder Hilfsmaschine der Maschinen- und Kesselanlage vor dem Filter.

In Abständen von etwa 100 bis 120 Betriebsstunden sind ebenfalls während des Betriebes $\frac{1}{2}$ -Liter-Proben an folgenden Stellen zu entnehmen:

5. aus der Schmieröldruckleitung jeder Hauptantriebsanlage vor dem Filter,

6. aus der Schmieröldruckleitung jeder Turbo & Maschine vor dem Filter,
7. aus der Schmieröldruckleitung jeder Diesel & Maschine vor dem Filter,
8. aus der Schmieröldruckleitung jeder Hilfsmaschine für Maschinen- und Kesselanlage vor dem Filter.

Die Proben zu 1 bis 8 sind dem strömenden Öl zu entnehmen. Auf keinen Fall darf die Probe aus einem toten Winkel, in dem sich bereits Wasser oder Schmutz abgesetzt hat, abgezapft werden.

Außerdem sind nach 100 bis 120 Betriebsstunden in der Betriebspause, frühestens 4 bis 5 Stunden nach dem Abstellen der Ölpumpen, Proben zu entnehmen, und zwar:

9. aus den tiefsten Stellen der Ölsammeltanks der Hauptanlage,
10. aus den tiefsten Stellen der Ölsammeltanks der Turbo & Maschinen,
11. aus den tiefsten Stellen der Ölsammeltanks der Diesel & Maschinen,
12. aus den tiefsten Stellen der Ölsammeltanks der einzelnen Hilfsmaschinen der Maschinen- und Kesselanlage.

Bei der Probeentnahme aus den Sammel tanks ist festzustellen, wieviel Wasser und wieviel Schlamm abgezogen wird, bevor dem Aussehen nach reines Öl kommt. Zu diesem Zweck wird das Wasser und der Schlamm beim Abpumpen gesondert aufgefangen und gemessen. Falls dies nicht durchführbar ist, werden Wasser und Schlamm gemeinsam in einer Flasche aufgefangen und ihre Menge ermittelt, nachdem sich die Schichten während zweistündigen ruhigen Stehens getrennt haben. Muß mehr Wasser und Schlamm abgezogen werden als eine Flasche faßt, so sind Wasser und Schlamm in einem größeren Gefäß aufzufangen und die Menge des Wassers und des Schlammes in einer Durchschnittsprobe, die aus dem Auffanggefäß heraus in eine Flasche gegeben wird, nach zweistündigem Absetzen zu bestimmen. Die tatsächlichen Mengen an Wasser und an Schlamm können dann durch Multiplizieren mit dem Inhaltsverhältnis zwischen Auffanggefäß und Durchschnittsprobe errechnet werden. Das Wasser ist dabei daraufhin zu untersuchen, ob es sich um Kondensat oder Seewasser handelt (Untersuchungsverfahren 9).

Falls der Verdacht besteht, daß das Öl im Kreislauf sich laufend verschlechtert, z. B. durch Wassereintrich verunreinigt wird, sind zwischen- durch Proben nach Bedarf zu entnehmen, mit denen je nach den vorliegenden Umständen Kurz- oder ausführliche Untersuchungen vorzunehmen sind. Insbesondere sind die ausführlichen Untersuchungen häufiger vorzunehmen, wenn die Proben zu 1 bis 4 eine starke und schnelle Veränderung des Öles vermuten lassen.

Die Proben zu 5 bis 8 werden durch ausgefüllte Anhängezettel nach folgendem Muster gekennzeichnet:

Schmierölprobe.	
Schiff:	
Entnahmestelle der Probe:	
(an welcher Maschine und an welcher Stelle)	
Datum:	Uhrzeit:
Untersuchung 1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 11, 15, 17, 21 durchgeführt. (Ausgeführte Untersuchungen unterstreichen).	
Ergebnis eingetragen in Überwachungsbuch durch (Name)	

Die Untersuchungen der Ölproben zu 1 bis 4 und zu 9 bis 12 sind auf allen Schiffen durchzuführen. Bei Schiffen, die keine vollständigen Öluntersuchungsgeräte haben, sind die Proben zu 5 bis 8 sorgfältig aufzuheben und auf dem Mutterschiff oder einer anderen, mit ausreichenden Untersuchungsgeräten ausgerüsteten Dienststelle, sobald dazu Gelegenheit ist, zu untersuchen.

Untersuchung der Proben. Die Proben zu 1 bis 4 sind auf äußere Merkmale nach Untersuchungsverfahren 1 zu untersuchen. Um einen guten Vergleich für die Veränderung des Öles zu erhalten, sind mindestens fünf an der gleichen Stelle nacheinander in Abständen von 4 Betriebsstunden entnommene Proben aufzuheben.

Die Proben zu 9 bis 12 sind wie die Proben zu 1 bis 4 auf äußere Merkmale nach Untersuchungsverfahren 1 zu untersuchen. Vorher sind, wie bereits angegeben, die Mengen an abgezapftem Wasser und Schmutz zu messen. Die Untersuchung auf äußere Merkmale im Reagenzglas nach Untersuchungsverfahren 1 ist mit dem Öl durchzuführen, das nach dem Abpumpen des Wassers und des Schlammes aus dem Sammeltank entnommen worden ist.

Die Proben zu 5 bis 8 sind wie folgt zu untersuchen:

a) Motorenschmieröle.

Prüfung auf:	Untersuchungsverfahren:
Außere Merkmale	1
Farbe	2
Zähigkeit	4
Neutralisationszahl	5
Emulgierbarkeit	6
Wassergehalt	8
Art des Wassers	9
Selbstzündungspunkt	11
Kennzündwert	15
Rückstand bei 500°	17
Flammpunkt	21

b) Turbinenschmieröle.

Prüfung auf:	Untersuchungsverfahren:
Außere Merkmale	1
Farbe	2
Neutralisationszahl	5
Emulgierbarkeit	6
Wassergehalt	8
Art des Wassers	9
Selbstzündungspunkt	11
Kennzündwert	15
Rückstand bei 500°	17

Das entnommene Öl ist, soweit es nicht verunreinigt ist, in die Ölfreisläufe zurückzugeben. Dabei ist streng darauf zu achten, daß keine Verwechslungen vorkommen.

Eintragung der Untersuchungen. Die Untersuchungsergebnisse sämtlicher Proben sind in ein besonderes Überwachungsbuch nach dem Muster Anlage 13 für kleine Untersuchungen und Anlage 15 für die große Untersuchung einzutragen.

Zusatz von Neuöl zum Betriebsöl. Wird dem Betriebsöl Neuöl zugefügt, so ist möglichst die gleiche Ölsorte zu wählen. Die Versuche, verschiedene Ölmarken zu mischen, sind noch nicht abgeschlossen. Eine Mischung darf vorläufig nur in Notfällen vorgenommen werden.

F. Maßnahmen bei unzulässiger Veränderung des Schmieröles.

Die zulässigen Grenzwerte für das Schmieröl sind in den Anlagen 1 bis 4 aufgeführt.

Mechanische Verunreinigungen. Das Öl ist von mechanischen Verunreinigungen durch Schleudern zu befreien. Erforderlich ist, die Ölschleuder dauernd in Betrieb zu halten, auch wenn keine besonders starke Verschmutzung des Öles festgestellt wird.

Maßnahmen beim Eindringen von Wasser. Wasser ist ebenfalls durch Ausschleudern laufend zu entfernen. Wird Wasser im Öl festgestellt, so ist unter allen Umständen, namentlich wenn es sich um Seewasser handelt, die Ursache sofort festzustellen und, falls mit Bordmitteln möglich, der Wasserzutritt zum Öl zu verhindern.

Seewasser muß schnellstens durch Schleudern des Öles unter Kondensatzusatz beseitigt werden, damit die Anlage nicht durch Kosten leidet und damit es nicht erst zur Emulsionsbildung kommt, was gerade bei schon gealterten Ölen sehr bald der Fall ist. Ist keine Schleuder vorhanden, so ist in der nächsten Betriebspause das im Sammel-tank abgesetzte Seewasser soweit wie möglich abzupumpen und anschließend die ganze Anlage mit salzfreiem Kondensat durchzuspülen. Zu diesem Zweck werden auf 1 t Öl etwa 10 l Kondensat in den Sammel-tank gegeben und, nach dem es bei kleiner Last einige Male mit der Ölfüllung umgelaufen ist, wieder abgepumpt. Dieses Auswaschen mit Kondensat ist so oft zu wiederholen, bis das letzte Kondensat keine Seewasser-Reaktion nach Untersuchung Nr. 9 mehr zeigt.

Ist bereits alles Öl so weit emulgiert, daß sich das Seewasser nicht mehr absetzt bzw. herauszuschleudern läßt, so ist Ölwechsel vorzunehmen.

Maßnahmen beim Eindringen von Kraftstoff. Wird Kraftstoff im Schmieröl festgestellt (Änderung der Zähigkeit, des Flammpunktes und des Kennzündwertes), so muß ebenfalls die Ursache festgestellt und beseitigt werden. Zulässige Grenzwerte siehe Anlage 1—4.

Die genannten Eigenschaften des Schmieröles können außer durch das Eindringen von Kraftstoff auch durch das Aufspalten (Kracken) von Schmierölteilen infolge der hohen Temperatur verändert werden, jedoch geht in diesem Falle die Veränderung nur sehr langsam vor sich und kommt nach einiger Zeit zum Stillstand, während sie beim Eindringen von Kraftstoff rasch einsetzt.

Maßnahmen bei Alterung. Wird Alterung des Öles festgestellt, so ist es möglichst bis zur zulässigen Grenze zu benutzen. Zusatzöl aus Vorratstanks ist nur in dem Maße zuzusetzen, wie es der Betrieb als Ersatz für verlorengegangenes Öl benötigt. Die Alterung kann dadurch verzögert werden, daß das Öl unter Zusatz von Wasser laufend geschleudert wird.

Reinigen der ölführenden Teile. Bei Ölwechsel ist, wenn erforderlich, vorerst der Ölsammeltank sorgfältig zu reinigen.

Nach Beendigung von Instandsetzungen sind die Ölwege, soweit sie durch diese Arbeiten berührt werden, sorgfältig zu reinigen.

In der Werftliegezeit sind soweit möglich sämtliche Ölwege und ölführenden Räume zu reinigen. Bei der Reinigung sind die Leitungen loszunehmen und durch Auskochen oder Auspülen mit Lösungsmitteln (Cehapon, P 3 usw.) oder, falls beides nicht möglich ist, mit heißem Frischwasser und dann mit heißem Schmieröl zu reinigen. Ölkühler, Ölfilter, Ölsammeltanks und Ölbehälter sowie alle ölführenden Räume der Maschine sind sorgfältig auszuspülen (wie die Leitungen) oder auszukochen.

Nach dem Reinigen mit Lösungsmitteln sowie bei Seewassereintruch ist mit heißem Kondensat mehrmals solange zu spülen, bis das Lösungsmittel bzw. das Seewasser vollkommen entfernt ist (bezügl. des Seewassers s. S. 20). Anschließend ist mit Spülöl nachzuspülen.

Das Durchspülen der vollständigen, nicht auseinandergenommenen Anlage mit den Lösungsmitteln Cehapon, P 3 usw. ist verboten.

Zum Auswischen der ölführenden Teile dürfen nur Pughappen verwendet werden. Die Verwendung von Wischbaumwolle ist wegen der Gefahr des Hängenbleibens von Stoffasern verboten.

Neue Schiffsmaschinen-Anlagen sind vor der erstmaligen Inbetriebnahme mit einem Spülöl, das von ähnlicher Beschaffenheit wie das zu fahrende Öl ist, mehrere Stunden durchzuspülen. Sämtliche Ölwege sind ebenfalls zu spülen. Das Spülöl wird dann zur Auffrischung abgegeben. Maschinenanlagen fertiger Schiffe, die einer Grundinstandsetzung unterzogen worden sind, sind ebenso zu behandeln.

G. Schmierölbeschaffung und Übernahme.

Beschaffung. Die Beschaffung der Öle erfolgt grundsätzlich nur durch das Oberkommando der Kriegsmarine und die Marinewerft Wilhelmshaven. Nur in Ausnahmefällen, z. B. im Auslande, dürfen die Schiffskommandos selbständig Schmieröle einkaufen. Die Öle sind dann einer besonders sorgfältigen Abnahme, soweit es mit den Bordgeräten möglich ist, zu unterziehen. In diesem Falle ist jeder gelieferte Kesselwagen bzw. auf je 5 Fässer eine Durchschnittsprobe sorgfältig und ausführlich zu untersuchen.

Von allen Schmierölen, die von den Kommandos im Ausland selbständig eingekauft werden, sind Proben von mindestens 2 Liter an die Chemisch-Physikalische Versuchsanstalt der Kriegsmarine oder an das Werkstoffprüfamt (Laboratorium) der Marinewerft zur Untersuchung abzugeben.

Übernahme. Bei der Übernahme ist das Öl zu untersuchen, und zwar auf etwa je 20 t Öl eine ausführliche Untersuchung entsprechend Probe zu 5—8 (Abschnitt E) vorzunehmen. Über das Ergebnis und über die übernommenen Mengen ist gem. Anlage 13, 14 und 15 Buch zu führen.

Bei der Übernahme darf das Öl nicht verunreinigt werden, z. B. durch Altöl, das in den Pumpen und Schläuchen bei der Abgabe stehen geblieben ist, oder durch Wasser oder sonstigen Schmutz aus den Leitungen.

Vor jedem Neuauffüllen der Tanks sind die letzten Streste vollkommen zu entfernen. Es ist festzustellen, ob Verschmutzungen vorhanden und welcher Art dieselben sind. Nach diesem Untersuchungsergebnis haben sich die weiteren Maßnahmen bei der Reinigung zu richten, gegebenenfalls sind die Ursachen der Verunreinigungen (Seewasser) festzustellen und deren Beseitigung herbeizuführen. Die Reinigung ist wie folgt vorzunehmen: Bei starker Verunreinigung und besonders bei Seewasser-einbrüchen erfolgt sie mit der Wheeleranlage. Aus den Zellen werden zunächst die Streste, Ölschlamm usw. durch Vakuum abgesaugt, dann werden die Wände, Spanten und Böden mit Frischwasser von etwa 40—60° bei 10—15 kg/cm² Überdruck unter gleichzeitigem Absaugen abgespritzt. Bei Nichtanwendung der Wheeleranlage werden die Zellen nach Entfernen der letzten Rückstände durch Kraken und Auswischen mit Leinenlappen gereinigt. Sind Schweißarbeiten an den Wandungen vorzunehmen, so ist noch mit Gehapon nachzuwaschen.

Beim Füllen ist darauf zu achten, daß kein Öl durch Überläufe, Entlüftungen usw. verloren geht. Auch beim Abschlagen der Schläuche dürfen diese kein Öl mehr enthalten. Ebenso darf kein Öl in den Übernahmeleitungen stehen bleiben.

Es ist beim Übernehmen darauf zu achten, daß die verschiedenen Ölsorten nicht vermischt, sondern sorgfältig voneinander getrennt werden.

H. Sammeln und Abgeben von Altöl.

Altöle, die nicht mehr den Betriebsanforderungen genügen, sind sorgfältig zu sammeln. Verschiedenartige Altöle dürfen auf keinen Fall wahllos zusammengeschüttet oder gar mit Schmierfetten, Korrosionsschutzöl, Waschpetroleum und sonstigen Reinigungsmitteln verunreinigt werden. Derart verunreinigte Öle können nur durch schwierige Schwefelsäure- und Alkali-Behandlung und unter großem Verlust wieder aufgefresscht werden.

Zur Aufnahme der Altöle dürfen keine schmutzigen Gefäße Verwendung finden. Es müssen hierzu Fässer von der B.L.B. unter Angabe des Zweckes angefordert werden. Bei Abgabe in Kesselwagen sind die

Wagen, falls sie vorher für Heizöle oder Kraftstoffe verwendet wurden, erst einer Reinigung zu unterziehen. Ebenso sind Öltanks an Bord, die vorübergehend zur Aufnahme von Altöl dienen sollen, vorher zu reinigen, wenn sie bis dahin Bilgewasser, Heizöle oder Kraftstoffe enthalten haben. Es ist notwendig, das Wasser soweit wie möglich abzulassen oder abzusaugen.

Nach der Abgabe von Altöl sind die Tanks, die Pumpen und die Leitungen durch Nachspülen mit etwas Neuöl zu reinigen, das dann als Altöl wieder abzugeben ist.

J. Pflege der Schmierölvorräte.

Die Ölvorräte sind von Zeit zu Zeit auf Wasser- und Schmutzgehalt zu untersuchen.

III.

Heizöle und Kraftstoffe.

A. Einteilung der Heizöle und Kraftstoffe.

Der Verwendung nach sind die Heizöle und Kraftstoffe einzuteilen in:
Heizöle,

Dieselmkraftstoffe (Treiböl, Gasöl),

Bergaserkraftstoffe (Benzin, Benzol, Alkohol und ihre Gemische).

Der Herkunft nach werden unterschieden:

Erdöldestillate und -destillationsrückstände (Benzin, Erdöl-Dieselmkraftstoff, Petrolheizöl),

Kokerei- und Schwelergugnisse aus Stein- und Braunkohlen (Benzol, Steinkohlenheizöl, Braunkohlenheizöl, Braunkohlen-Dieselmkraftstoff),

Schieferteeröl (Heizöl),

Synthetische Heizöle und Kraftstoffe. Diese werden durch Hydrieren nach verschiedenen Verfahren aus der Stein- oder Braunkohle oder deren Schwelprodukten erzeugt.

Alkohol wird aus Kartoffeln, aus den Sulfitablaugen der Zellulosefabriken und aus Karbid gewonnen.

B. Gebräuchliche Heizöle und Kraftstoffe bei der Kriegsmarine.

Heizöle. Zugelassen sind Heizöle aus Steinkohle, Braunkohle, Erdöl und Schieferteer, sofern sie den technischen Bedingungen entsprechen.

Dieselmkraftstoffe. Zugelassen sind Petroltreiböle sowie Braunkohlenschwelöle, sofern sie den technischen Bedingungen entsprechen. Versuche mit synthetischen Dieselmkraftstoffen sind noch nicht abgeschlossen.

Bergaserkraftstoffe. In der Kriegsmarine selbst werden Bergaserkraftstoffe nur für die Kraftwagen der Landdienststellen benutzt. Die unten angegebenen Vorschriften beziehen sich daher auf diese und außerdem auf die Kraftstoffe für die Flugzeuge an Bord, soweit nicht seitens des Ob. d. L. besondere Bestimmungen erlassen werden.

C. Verhalten der Heizöle und Diesellostoffe im Betrieb.

Verbrennungsvorgang. Die Verbrennung geht im Dieselmotorzylinder bzw. im Feuerraum in der Form vor sich, daß das Öl fein zerstäubt wird, sich innig mit der Luft mischt und bei ausreichend hoher Verdichtung bzw. Temperatur nach vorausgegangener Verdampfung entzündet und verbrennt. Das Verhalten eines Öles hängt also im wesentlichen von seinen Verdampfungs- und Selbstzündungseigenschaften ab. Diese beiden Eigenschaften bestimmen sowohl die Zündneigung als auch den Ablauf der Verbrennung.

Das Öl besteht hauptsächlich aus Kohlenstoff und Wasserstoff. Daneben sind noch vorhanden Sauerstoff und Stickstoff, Wasser, Asche (unverbrennbare Stoffe) und Schwefel. Zur vollkommenen Verbrennung von 1 kg Öl wird je nach der chemischen Zusammensetzung eine bestimmte Menge Luft benötigt. Darüber hinaus muß ein Luftüberschuß vorhanden sein, da sonst nicht jedes Ölteilchen mit Luft in Berührung kommt. Der Kohlenstoff des Öles verbrennt bei vollkommener Verbrennung zu Kohlensäure (Kohlendioxid, CO_2), der Wasserstoff zu Wasser (H_2O). Bei unvollkommener Verbrennung entstehen Kohlenoxyd (CO) und Wasserstoff (H_2), also noch brennsfähige Gase. Ist zu wenig Luft vorhanden, so scheiden sich außerdem Kohlenstoffteilchen aus, die sich als Ruß im Zylinder, in der Feuerung und in den Abgaswegen festsetzen oder als Rauch ins Freie gehen (Schwarzqualmen, zu fettes Gemisch). Ist dagegen überschüssige Luft vorhanden, so wird diese lediglich auf die Verbrennungstemperatur erwärmt. Bei übermäßig hohem Luftüberschuß gehen Teile des Öles ohne zu verbrennen in die Abgase. Die Abgase sehen dann nebelartig weiß bis hellbraun aus (Weißqualmen, zu mageres Gemisch). Die überschüssige Luft erhöht die Abgastemperatur und verschlechtert den Wirkungsgrad des Kessels bzw. des Motors. Der Stickstoff der Luft nimmt nicht an der Verbrennung teil.

Je größer der Luftüberschuß ist, desto stärker verdünnt sind die Abgase, ihr CO_2 -Gehalt geht also zurück. Der CO_2 -Gehalt ist so hoch, der Luftüberschuß also so niedrig wie möglich zu halten. Bei Ölwechsel ist darauf zu achten, daß die absolute Zahl des CO_2 -Gehaltes noch nicht ein Maß für den Luftüberschuß ist, da der Kohlenstoffgehalt des Öles und damit der theoretisch erreichbare CO_2 -Gehalt der Abgase schwankt. Betrieblich wirkt sich zu niedriger Luftüberschuß durch Schwarzqualmen, zu hoher evtl. durch Weißqualmen aus. Allgemein fällt mit steigendem Luftüberschuß die Verbrennungstemperatur und die Abgastemperatur steigt. Bei Kesseln mit Überhitzern im Berührungsteil wirkt der Luftüberschuß in der Form auf die Dampftemperatur, daß mit zunehmendem Luftüberschuß die Temperatur steigt. Sie steigt um so mehr, je weiter der Überhitzer vom Feuerraum entfernt ist.

Anforderungen. Die Heizöle und Dieselkraftstoffe müssen den technischen Bedingungen gemäß Anlagen 16 und 17 genügen. Die Bedeutung der im Zündwertprüfer bestimmbareren Kennwerte ist in Anlage 18 zusammengestellt. Grundsätzlich ist dazu folgendes zu bemerken: An Heizöle für Kesself Feuerungen brauchen keine allzu hohen Forderungen gestellt zu werden. Die zulässigen Grenzwerte richten sich nach dem Grad der Zerstäubung und nach der Größe und Gestalt des Feuerraumes. Die Anforderungen an einen Dieselkraftstoff müssen wesentlich höher sein als an ein Heizöl. Die Zerstäubung, die Zündung und die restlose Verbrennung muß in wesentlich kürzerer Zeit erfolgen als in der Kesselfeuerung. Auch die jeweilige Neuentzündung des Oles stellt höhere Anforderungen an die Dieselkraftstoffe. Bei den Bergafekraftstoffen müssen die Ansprüche noch weiter gesteigert werden (siehe auch S. 28). Beurteilung der Untersuchungsergebnisse).

D. Untersuchung der Heizöle und Dieselkraftstoffe.

Zweck der Untersuchung. Ein restlos einwandfreies Bild über die Bewährung gibt erst der praktische Betrieb. Um wertvolle Maschinenanlagen vor Gefährdung und Betriebsstörung zu schützen, soll jedoch eine Untersuchung der Heizöle und Kraftstoffe vorausgehen.

Grundsätzlich werden die Heizöle und Kraftstoffe vom D.R.M. beschafft. Häufiger jedoch als bei Schmierölen werden die Schiffs-Kommandos vor die Notwendigkeit gestellt, Heizöle und Kraftstoffe selbständig, namentlich bei Auslandsfahrten, einzulaufen. Um für diesen Fall vorbereitet zu sein, soll das übernommene Öl bereits in der Heimat laufend untersucht und das Untersuchungsergebnis mit der praktischen Bewährung im Kessel oder Motor verglichen werden.

Von den Beschaffungsstellen der Kriegsmarine und von den Laboratorien in Wilhelmshaven und Kiel werden eingehende Untersuchungen durchgeführt. Es ist nicht möglich, die Laboratoriumsprüfung durch Borduntersuchungen zu ersetzen. Mit Bordgeräten sollen nur die wichtigsten Eigenschaften festgestellt werden. In erster Linie muß ein Bild über die Verbrennungseigenschaften gewonnen werden. Dazu wird der Jenks'sche Zündwertprüfer benutzt. Die Prüfungsergebnisse mit diesem Gerät ermöglichen eine Übertragung auf die Verbrennungsvorgänge im Motor und in der Kesselfeuerung. Denn die Sauerstoffmenge im Zündwertprüfer wirkt gleichsinnig wie die Verdichtung im Motor, weil beides mehr oder weniger Sauerstoff in die Raumeinheit häuft und damit die Zündung stärker oder schwächer fördert. Gleichsinnig wirkt auch die Belüftung der Lüfter bei Kesselfeuerungsanlagen. Auch die Aufbereitung des Oles zur Zündungs- und damit zur Verbrennungsbereife, also die

Aufspaltung der Moleküle durch Wärme und Sauerstoff, erfolgt im Zündwertprüfer ähnlich wie im Motor oder in der Kesselfeuerung.

Entnahme der Proben und Umfang der Untersuchung. Die Proben sind vor oder während der Übernahme an einer Stelle zu entnehmen, die Gewähr für eine einwandfreie Durchschnittsprobe gibt. Die Proben dürfen nicht nach der Übernahme aus den Bunkern entnommen werden.

Es sind soviel Proben zu entnehmen und nach dem Kurzuntersuchungsverfahren zu untersuchen, daß ein Füllen der Bunker mit einwandfreiem Öl gewährleistet ist. Auf jede Schiffsfüllung ist eine ausführliche Untersuchung durchzuführen.

Die Proben sind mit einem Anhängezetteln, der ausgefüllt wird, zu kennzeichnen:

Art des Oles:	
Schiff:	
Entnahmestelle:	
Datum:	Uhrzeit:
Lieferer des Oles:	
Untersuchung 1, 2, 3, 4, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 durchgeführt. (Aus- geführte Untersuchungen unterstreichen.)	
Ergebnis eingetragen in Überwachungsbuch durch (Name)	

Von allen Heizölen und Kraftstoffen, die von den Schiffskommandos im Ausland selbständig eingekauft werden, sind Proben von mindestens 2 Liter an die Chemisch-Physikalische Versuchsanstalt der Kriegsmarine oder an das Werkstoffprüfamt (Laboratorium) der Marinewerft zur Untersuchung abzugeben.

Untersuchung der Proben.

a) **Kurzuntersuchung.** Es werden folgende Prüfungen vorgenommen:

Prüfung auf:	Untersuchungsverfahren:
Außere Merkmale	1
Spezifisches Gewicht	3
Verbrennungseigenschaften nach dem Schnellverfahren	23

b) Ausführliche Untersuchung. Es werden folgende Prüfungen vorgenommen:

Prüfung auf:	Untersuchungsverfahren:
Außere Merkmale	1
Farbe	2
Spezifisches Gewicht	3
Zähigkeit	4
Wassergehalt	8
Selbstzündungspunkt	11
Unterer Zündwert	12
Zündverzögerung bei 300°	13
Oberer Zündwert	14
Kennzündwert	15
Verdampfungsdauer in dünner Schicht	16
Rückstand bei 500°	17
Rückstand bei 350°	18
Siedezahl	19
Selbstzündungskurve	20
Flammpunkt	21
Alterungsneigung) nur bei Diesel-	22
Vergleichszahl n. J.) Kraftstoffen	—

Eintragungen der Untersuchungen. Ähnlich wie beim Schmieröl ist über die Untersuchung der Heizöle und Kraftstoffe Buch zu führen. In den Anlagen 25, 26 und 27 sind Muster für die Eintragung aufgeführt.

Beurteilung der Untersuchungsergebnisse. Die in den Anlagen 16 und 17 enthaltenen Werte können naturgemäß nur als Anhaltspunkte dienen. Für die Beurteilung der Brauchbarkeit von Heizölen und Dieselloststoffen müssen auch die Betriebsverhältnisse der betreffenden Anlage berücksichtigt werden. So stellt z. B. ein Motor mit häufig wechselnder Belastung höhere Anforderungen an den Kraftstoff als ein stets gleichmäßig belasteter. Hochverdichtende Motoren, solche mit Vorkammer sowie Langsamläufer können einwandfrei mit Kraftstoffen betrieben werden, die bei niedriger Verdichtung, bei unmittelbarer Einspritzung oder in Schnellläufern zu Betriebsstörungen führen. Bei Kesselfeuerungen ist zu berücksichtigen, ob das Öl für hoch oder niedrig belastete Feuerräume benutzt werden soll. Kessel mit kurzem Feuerraum stellen höhere Ansprüche an das Heizöl als solche mit langem Feuerraum. Ebenso wirken sich die verschiedenen Brennerarten (die verschiedenen Druckzerstäuber oder Fliehkraftzerstäuber) verschieden aus.

Die richtige Auswahl der Heizöle und Kraftstoffe ist dann sichergestellt, wenn die Kennwerte solcher Stoffe als Anhalt genommen werden können, die sich im Betrieb bewährt haben.

Liegt im Ausland ein Angebot von verschiedenen Heizölen und Kraftstoffen vor, so werden alle Öle nach der Kurzuntersuchung geprüft. Die Zusammenstellung der Untersuchungsergebnisse ermöglicht dann die Unterscheidung in gute, weniger gute und schlechte Öle. Besonderer Wert ist dabei dem unteren Zündwert beizumessen. Liegen bereits Erfahrungswerte vor, so wählt man an Stelle der üblichen Durchschnitts-Blasenzahlen (46 bzw. 92) die dem anzustrebenden „Zu“ entsprechende Blasenzahl und stellt so die Prüfung gleich auf die zu versorgende Motoren- bzw. Kesselanlage ein.

Im Ausland wie auch gelegentlich im Inland wird die Zündwilligkeit von Dieselloststoffen durch die sog. Cetenzahl bezeichnet. Die Cetenzahl wird im Prüfstandsmotor bestimmt und gibt an, wieviel v. H. des leichtentzündlichen Cetens dem schwerentzündlichen Methylnaphthalin zugefetzt werden muß, um die Zündwilligkeit des zu prüfenden Dieselloststoffes zu erreichen. Aus Selbstzündungspunkt, Kennzündwert und Siedezahl kann mit Hilfe des zum Zündwertprüfer gehörenden Nomogramms die „Vergleichszahl n. 3.“ (Zündwert-Cetenzahl) ermittelt werden, die mit motorisch ermittelten Cetenzahlen in guter Übereinstimmung steht.

E. Heizöl- und Kraftstoffübernahme und Aufbrauch.

Vor der Übernahme sind die Bunker sorgfältig auf Schmutz-, Schlamm- und Wassergehalt zu untersuchen und nötigenfalls zu reinigen. Sollen die Bunker befahren werden, so sind sie vor dem Betreten mittels der tragbaren Lüster längere Zeit zu durchlüften. Die bei dieser Arbeit tätigen Soldaten sind mit Sicherheitsleinen zu versehen; falls nötig, sind Schuhhelme zu verwenden. Beim Aufnehmen der Mannlochdeckel von Bunkern und beim Öffnen der Durchlüftungshähne dieser Bunker ist in dem Raum, in dem sich diese befinden, offenes Licht und Feuer sowie Rauchen und die Benutzung schadhafter elektrischer Lampen streng verboten, um die Entzündung etwa angesammelter Gase zu verhüten. Vor dem Öffnen der Mannlochdeckel oder Durchlüftungshähne und solange sie geöffnet sind, muß eine brennende Akkumulatorenlampe bei dem Mannloch bereitstehen.

Bei der Übernahme aus Prähen oder von Landabgabestellen mit selbständiger Pumpe empfiehlt es sich, in folgender Weise zu verfahren: Als Posten sind zu stellen ein Mann an Oberdeck zur Aufsicht und als Fernsprechposten nach der Übernahmestelle, ein Mann an die Übernahmestelle als Beobachter für den Überlauftrichter, den Druckmesser und als Fernsprechposten nach Oberdeck, 1 bis 2 Mann an die Füllventile und zur Beobachtung der Standsanzeiger der Bunker. Der Abschnittsmaschinist leitet mit den ihm zugeteilten Unteroffizieren die gesamte Übernahme nach den ihm vom Abschnittsoffizier erteilten Befehlen. Leh-

terer hat sich vor der Übernahme über die für die abgebenden Prähme bzw. Landabgabestellen bestehenden Vorschriften zu unterrichten und danach seine Befehle mit Genehmigung des Leitenden Ingenieurs zu geben.

Zur Erreichung einer schnellen Befehlsübermittlung vor allem bei Abgabestellen, deren Pumpen den Abgabedruck regeln können, lassen sich gegebenenfalls die Hupen der Fernsprecher zu Signalen etwa in folgender Weise verwenden:

- = mehr Druck,
- — = weniger Druck,
- — — = stopp,
- • • • = Posten an den Fernsprecher kommen.

Um auf jeden Fall einerseits das Überschreiten des Füllungsgrades der Bunker und andererseits das zu starke Überlaufen beim Überlauftrichter und das damit verbundene Verschmutzen des Übernahmeraumes zu verhindern, ist es zweckmäßig, die Bunker, deren Füllventile in der in Betrieb befindlichen Übernahmestelle sind, zuletzt aufzufüllen. Von dem Posten in der Übernahmestelle, der Überlauftrichter und Druckmesser beobachtet, ist bei zu starkem Überlaufen eines dieser Bunkerventile zu öffnen.

Bei der Übernahme mit eigener Pumpe werden sinngemäß die gleichen Anordnungen getroffen.

Bezüglich des Mischens der verschiedenen Heizöle bzw. Dieselkraftstoffe gilt folgendes:

- a) Dieselkraftstoffe aus Erdöl und Braunkohlen können untereinander und miteinander gemischt werden.
- b) Heizöle gleicher Herkunft können in den meisten Fällen gemischt werden. Minderwertige, asphaltreiche Petrolöle verursachen jedoch Ausscheidungen, wenn sie mit anderen Petrolölen gemischt werden. Falls möglich, ist daher vor der Übernahme einer anderen Petrolheizölsorte eine Probemischung im Meßglas der Tischschleuder anzufügen und nach etwa $\frac{1}{2}$ Stunde zu schleudern und festzustellen, ob sich dabei Ausscheidungen in der Spitze des Schleuderglases absetzen. Ist dies der Fall, so ist bei der Übernahme wie unter c) zu verfahren.
- c) Einfüllung von Braunkohlenheizöl, wenn vorher Petrolheizöl oder Steinkohlenheizöl gefahren wurde, oder umgekehrt; Übergang vom Heizölgemisch auf eine andere Heizölsorte. Das bisherige Öl ist, soweit mit den hordfesten Pumpen auspumpfähig, abzugeben. Die nicht förderbaren Restmengen sind mit tragbaren Pumpen aus-zupumpen und ebenfalls abzugeben. Die Bunker sind nunmehr zu $\frac{1}{20}$ mit der neuen Heizölsorte aufzufüllen und diese Menge ist durch

Umpumpen in einen oder mehrere Bunker zu schaffen. Dieses Öl ist zuerst zu verbrauchen. Nach dem Umpumpen kann die neue Heizölsorte in vollem Umfange übernommen werden.

d) Umstellen von Steinkohlenheizöl auf Petrolheizöl:

Der Bunker ist leer zu pumpen und der Bodensatz mechanisch zu entfernen (Arbeit nur zur Werkfleigezeit möglich).

Ergibt sich die Notwendigkeit einer gründlichen Reinigung, so ist wie unter II G zu verfahren.

In Fällen, bei denen zur Heizölübernahme oder -abgabe eine hierfür vorgesehene Lenzpumpe benutzt wird, ist diese hinterher mit Wasser genügend durchzuspülen. Dazu ist ein Leerbrahm bereitzustellen, in den das Wasser- und Ölgemisch abgegeben werden kann. Steht ein Brahm hierzu nicht zur Verfügung, so ist die Lenzpumpe gut vom Öl zu entleeren, mit Seewasser aufzufüllen und das ölhaltige Gemisch nach der Zelle für Bilgewasser abzuleiten.

Für die Füllung der Bunker und ihre Reihenfolge gilt folgendes:

a) Die höchstzulässige Füllung der Bunker ist im Maschinenbuch festgelegt.

Der zulässige Inhalt der Schlingerdämpfungszellen als Ersatzbunker richtet sich nach dem beabsichtigten Verwendungszweck. Im allgemeinen ist die Füllung zur Schlingerdämpfung niedriger als bei ausschließlicher Verwendung als Heizöl- oder Kraftstoffvorrat. Genaue Angaben enthält die Betriebsvorschrift der Schlingerdämpfungsanlage.

b) Vorrats- und Verbrauchsbunker sind gleichzeitig zu füllen. Dabei ist zu beachten, daß nach Abschalten der aufgefüllten Bunker der zulässige Druck von etwa 0,3 bis 0,4 kg/cm² in der Fülleitung nicht überschritten wird.

c) Die als Überlaufbunker dienenden Vorratsbunker sollen bei vorübergehender Drucksteigerung in der Fülleitung den Überschuß in der Förderung aufnehmen. Sie sind zuletzt aufzufüllen.

Bei der Übernahme ist zu beachten, daß sich durch Schließen des Zudampfventils der Übernahmepumpe eine Unterbrechung der Übernahme nicht immer erzielen läßt, da durch die Saugheberwirkung das Öl auch nach Stillstand der Pumpe durch die Pumpenventile gefördert werden kann und in die Fülltrichter strömt. Es muß deshalb auch der Ölstand am Fülltrichter laufend überwacht werden.

Erfolgt die Förderung durch die Pumpe eines Brahms oder einer Landabgabestelle, so ist das Sicherheitsventil zwischen Saug- und Druckraum dieser Pumpe so einzustellen, daß in den Übernahmefläuchen

und Rohrleitungen kein höherer Überdruck als 4 kg/cm² entsteht, wenn bei voller Hubzahl der Pumpe plötzlich die Absperrungen in der Übernahmeleitung geschlossen werden sollten.

Beim Füllen der Vorrats- und Verbrauchsbunker ist stets auf den Ölstandsanzeiger zu achten, damit zur Vermeidung eines gefährlichen Überdruckes im Bunker die im Maschinenbuch als Fassungsvermögen angegebene höchstzulässige Füllung der Bunker nicht überschritten wird. Bunker, deren zulässiger Füllungsgrad überschritten worden ist, sind zuerst zum Verbrauch anzustellen.

Auch die Ausdehnung des Öles durch Erwärmung ist erheblich, sie beträgt bei einer Erhöhung der Temperatur von 15° auf 90° etwa 5 v. H. des Bunkereinhaltes. Beim Abstellen und Absperrungen der Ölleitungen ist darauf zu achten, daß die in den Leitungen etwa vorhandenen Ölmengen sich bei nachträglicher Erwärmung frei ausdehnen können.

Nach beendeter Übernahme sind alle Absperrungen in den Füllleitungen zu schließen. Beim Umpumpen sind alle Absperrungen, die nicht unbedingt geöffnet sein müssen, geschlossen zu halten.

Für die Reihenfolge des Ausbrauches der Heizöl- und Kraftstoffvorräte im Friedensdienst wie auch auf dem Kriegsmarsch und in Gefechts-pausen gilt folgendes:

- a) Schlingerdämpfungszellen als Ersatzbunker gefüllt,
- b) Bunker im Vorschiff,
- c) Bunker im Hinterschiff,
- d) Queroberbunker,
- e) Querunterbunker,
- f) hochliegende Seitenbunker,
- g) Doppelboden und Stauungsbunker im Bereich der Maschinenanlage,
- h) Verbrauchs-(Gefechts-)Bunker, d. h. die Seitenbunker mit natürlicher Zulaufhöhe.

Heizöl- und Kraftstoffvorräte in symmetrisch zur Mittellängsachse des Schiffes gelegenen Bunker sind möglichst so aufzubrauchen, daß keine wesentliche Krängung, jedoch auf beiden Schiffsseiten gleichmäßig Leer-raum zum Ausgleich auftretender Schlagseite entsteht.

Beim Lenzen von Bunkern, die gestutet waren, ist darauf zu achten, daß die Bunker vollständig von Wasser entleert, bevor sie wieder mit Öl gefüllt werden. Sollte eine vollständige Entleerung mit der Heizöl-übernahmepumpe nicht möglich sein, so muß der Rest des Wassers durch tragbare Lenzpumpen oder sonstige Hilfsmittel entfernt werden. Nach dem hierzu erforderlichen Aufnehmen der Mannlochdeckel sind die Bunker

ebenso zu durchlüften, als wenn sie mit Öl gefüllt gewesen wären. Ist das Druckrohr der Lenzleitung einer Ölübernahmepumpe in die Kühlwasserdruckleitung eines Kondensators zwischen Kondensator und Austritt nach See geführt, so daß Heizöl in letzteren gelangen kann, muß beim Lenzen der Ölunker der Austrittsschieber des Kondensators geschlossen werden oder, wenn dies nicht angängig ist, muß die Kühlwasserpumpe angestellt werden. Das Lenzen von Öl, Ölresten oder mit Wasser vermischten Öles in Werft- und Hafenanlagen ist wegen der Brandgefahr verboten. Es sind besondere Präzisionen anzufordern, in die zu lenzen ist.

F. Pflege der Heizöl- und Kraftstoffvorräte.

Vorratsbunker sind häufig auf Wasser- und Schmutzgehalt durch Probenentnahme an der tiefsten Stelle zu untersuchen. Falls infolge Risse Auscheidungen in den Bunkern auftreten, ist unter gleichzeitiger Erwärmung des Öles so lange umzupumpen, bis die Auscheidungen sich wieder gelöst haben. Das Öl darf dabei bis auf etwa 50° angewärmt werden.

G. Sicherheits- und Schutzmaßnahmen.

Sämtliche Einrichtungen der Bunker sind in entsprechenden Zeiträumen genau zu untersuchen. Sollten sich an irgendeiner Stelle Undichtheiten oder sonstige Übelstände zeigen, so ist sofort für Abhilfe zu sorgen.

Alle für die Sicherheit des Betriebes am Kessel selbst wie an den Heizölleitungen vorgesehenen Vorrichtungen wie Rückschlagklappen am Brennergesschrank, Schnellschlußventile, Sicherheitsventile usw. müssen immer einwandfrei arbeiten und sind daraufhin dauernd zu überwachen. Unregelmäßigkeiten an diesen Einrichtungen sind sofort zu beseitigen.

Die Hähne auf den Peilrohren der Bunker sind stets geschlossen zu halten und mit einem Vorlegeschloß zu sichern, dessen Schlüssel der vom Leitenden Ingenieur damit betraute Abschnittsmaschinist in Verwahrung zu nehmen hat.

Die Bunkerheizung ist abzustellen, sobald die Fernthermometer mehr als 50° anzeigen und sobald die Entnahme von Heizöl aus einem Bunker aufhört, damit sich keine Gase oder Dämpfe bilden, die zu Explosionen führen können.

Zeigt der Fernthermometer eines Bunkers eine höhere Temperatur als 50° an, so ist das in diesem Bunker befindliche Heizöl in einen anderen Bunker umzupumpen.

Wegen der leichten Entzündbarkeit der zur Verwendung kommenden Heizöle und flüssigen Kraftstoffe ist eine peinlich aufmerksame Über-

wachung aller Bunker und zugehörigen Pumpen, Geräte und Rohrleitungen sowohl während wie außer Betrieb die erste Pflicht des mit der Bedienung und Instandhaltung dieser Anlage betrauten Personals. Eine Nachlässigkeit kann die folgenschwersten Havarien nach sich ziehen. Der Flammpunkt des verwendeten Heizöls darf die in Anlage 16 aufgeführten Grenzwerte nicht unterschreiten.

Bunker sind gegen Feuer besonders zu schützen. Es ist darauf zu achten, daß Dampfstrahlen aus undichten Dampfleitungsflanschen nicht gegen die Bunkerwände blasen. Namentlich an Heißdampfleitungen sind derartige Mängel sofort abzustellen. Auch die strahlende Wärme heißer Abgasleitungen darf nicht auf die Bunkerwände wirken.

Die Bilgen von Kessel- und Dieselmotorenräumen sind stets besonders sauber und möglichst trocken zu halten, insbesondere darf auch kein Reinigungszeug (Putzwanne, Lappen) in die Bilgen gelangen, da hierdurch die Saugestutzen der Lenzleitungen verstopft werden können.

Sind Arbeiten an unter Druck befindlichen Heizöl- und Kraftstoffleitungen, Ausrüstungsteilen usw. notwendig, so ist hierbei größte Vorsicht geboten, da verstaubt liegende Herstellungsfehler zur Auslösung kommen können, die selbst bei Anwendung des besten Werkstoffs und der vollkommensten Prüfungsarten sich nicht vermeiden lassen.

Offenes Feuer, außer für die Linten beim Anzünden der Kessel, oder offenes Licht darf in Kesselräumen und Dieselmotorräumen nicht benutzt werden. Desgleichen sind Schweißarbeiten an Bunkern, die nicht gemäß den Sicherheitsvorschriften vorbereitet sind, strengstens verboten. Werden Schweißarbeiten an den Dichtungskonen der Ableitungen an Bord ausgeführt, so ist sorgfältig darauf zu achten, daß die Wanddicke des Rohres an dieser Stelle nicht unzulässig geschwächt wird.

Brände sind möglichst im Entstehen unter sofortigem Einsatz von Handfeuerlöschern zu bekämpfen. Führen diese Maßnahmen nicht sofort zum Erfolg, so sind unverzüglich die Dampf-, Schaum- oder Gaslöschanlagen anzustellen. Ölbrände können mit Wasser nur dann gelöscht werden, wenn geeignete Sprühgeräte vorhanden sind.

Hautentzündungen durch Heizöl und Dieseldieselkraftstoff. Es ist nach Möglichkeit zu vermeiden, daß Hände und Gesicht mit Heizöl oder Dieseldieselkraftstoff, besonders mit dem ersteren, in Berührung kommen, da diese oft ätzend auf die Haut wirken. Hat sich eine Berührung nicht vermeiden lassen und stellt sich infolgedessen Brennen der betreffenden Hautflächen ein, so sind diese sorgfältig mit Spiritus zu reinigen, alsdann mit einer 1%igen Lösung von doppeltkohlen-saurem Natron kräftig abzutupfen und darauf mit Reispuder einzupudern. Ist Heizöl oder Dieseldieselkraftstoff in die Augen gelangt, so sind diese nur mit der Natronlösung auszuwaschen. In allen Fällen einer Beschädigung durch Heizöl oder Dieseldieselkraftstoff ist die Hilfe des Arztes in Anspruch zu nehmen.

H. Vergaserkraftstoffe.

Das Verhalten von Benzin und Benzingemischen im Motor steht naturgemäß ebenfalls im Zusammenhang mit den Selbstzündungseigenschaften. Klopfende Benzine haben einen geringen Bedarf an Zündungsfauerstoff, also hohe Zündwerte. Ebenso ist das Frühzündungsgebiet der Selbstzündungskurve (siehe Untersuchung 20) für das Klopfverhalten maßgebend. Je tiefer und breiter das Frühzündungsgebiet ist, desto stärker ist die Klopfneigung.

Durch Zusatz von Benzol, Toluol, Eisenkarbonyl und Tetraäthylblei erhöht sich der Bedarf an Zündungsfauerstoff, das Frühzündungsgebiet rückt nach oben und wird gleichzeitig schmaler. Der Zusatz von Alkohol wirkt gleichfalls klopfhindernd, doch beruht hier die Wirkung weniger auf der Erhöhung des Sauerstoffbedarfs als auf der Vergrößerung des Zündverzuges. Alkoholzusatz wirkt also in ähnlichem Sinn wie die Spätzündung, durch die ja ebenfalls das Klopfen beseitigt werden kann.

Anlage 19 enthält die an Vergaserkraftstoffe zu stellenden Anforderungen.

Ebenso wie bei Heizölen und Dieselmkraftstoffen legt man bei der Beurteilung von unbekanntem Vergaserkraftstoffen am besten die Kennwerte bewährter Kraftstoffe zugrunde.

So wie bei Dieselmkraftstoffen gelegentlich die Cetenzahl angegeben wird, gilt bei Vergaserkraftstoffen die sog. Oktanzahl als motorischer Kennwert. Sie gibt an, wieviel Prozent an klopfestem Isooktan dem leicht klopfenden Heptan zugesetzt werden muß, um die Klopfestigkeit des Kraftstoffes zu erreichen.

Die entsprechende „Vergleichszahl n. 3.“ (Zündwert-Oktanzahl) läßt sich mit Hilfe des zum Zündwertprüfer gehörenden Nomogramms aus dem Selbstzündungspunkt, dem Kennzündwert und dem Zündverzug ermitteln.

Bezüglich der Giftigkeit der Vergaserkraftstoffe siehe Pfl. M. Heft Nr. 8.

IV.

Öluntersuchungen.

1. Äußere Merkmale.

Ein Reagenzglas wird bis etwa 1 cm unter den Rand mit dem Öl gefüllt und in den Halter für Reagenzgläser gestellt. Eine Stunde nach der Füllung wird der Glaseinhalt geprüft auf:

1. Aussehen (ob klar oder trübe),
2. Wasser) anzugeben ist die Höhe der Wasserschicht und die Höhe
3. Schlamm) der Schlammschicht in Zentimetern.

2. Bestimmung der Farbe.

Die Farbe wird mit Hilfe der Farbtafel bestimmt:

Ein Reagenzglas mit dem Öl wird hinter die Tafel in die Zwischenräume der Farbblättchen gebracht und in der Durchsicht, also gegen das Licht, mit den Farbblättchen verglichen. Das Öl erhält die seinem Farbton entsprechende Kennziffer.

Die Farbbestimmung mit der Tafel ist nicht möglich, wenn das Öl Schlamm in feiner Verteilung enthält. Es zeigt dann eine schmutzige, meist graue Farbe, die auf der Farbtafel nicht enthalten ist.

3. Bestimmung des spezifischen Gewichtes.

Das Öl wird in einen Standzylinder gegeben und seine Temperatur festgestellt. Dann wird die Spindel mit dem entsprechenden Meßbereich langsam eingeführt. Es ist darauf zu achten, daß sie nicht zu tief eingetaucht wird, da bei Benetzung des herausragenden Teiles der Skala zu niedrige Werte erhalten werden. Am Schwimmkörper haftende Luftbläschen müssen durch vorsichtiges Drehen der Spindel entfernt werden, da sonst zu hohe Werte gefunden werden.

Der an der Skala auftretende Ölwall bleibt unberücksichtigt; man liest an dem Teilstrich ab, der in Höhe des ebenen Flüssigkeitspiegels liegt. Bei undurchsichtigen Ölen wird 1 Teilstrich unter dem letzten sichtbaren Teilstrich angegeben.

Das spezifische Gewicht wird auf 20° umgerechnet. Lag die Meßtemperatur niedriger (höher), so wird zu diesem Zweck für jeden Temperaturgrad 0,0007 abgezogen (zugezählt).

Das spezifische Gewicht wird bis auf die dritte Dezimale angegeben.

4. Bestimmung der Zähigkeit (Viskosität).

Meßeinheit ist der Englergrad (E). Er gibt an, welches Vielfache an Zeit ein Öl gegenüber Wasser von 20° gebraucht, um aus dem sog. Engler-Viskosimeter (Gefäß mit Ausflußöffnung, alle Maße festgelegt) auszufließen. Da sich die Zähigkeit mit der Temperatur stark ändert, muß die Meßtemperatur stets mit angegeben werden.

Wichtiger jedoch als die Bestimmung der Zähigkeit bei einer Temperatur ist die Ermittlung der Temperatur-Zähigkeitskurve, da sie die Temperaturabhängigkeit der Zähigkeit eines Öles über den ganzen in der Maschine vorkommenden Bereich wiedergibt.

Sie wird ermittelt mit dem

Schnellviskosimeter nach Dallwitz-Wegner.

Beschreibung des Geräts. Das Gerät besteht aus dem Gehäuse a mit dem Ölgefäß b und dem Meßrohr c. Ein Rohrflutzen d dient zur Aufnahme des Temperaturmessers; e ist das Abflusventil. Im Gehäuse a ist die Förderschnecke f drehbar angeordnet. Die Achse dieser Schnecke ist durch eine abnehmbare Kupplung mit dem Federmotor zum Antrieb des Meßgerätes verbunden.

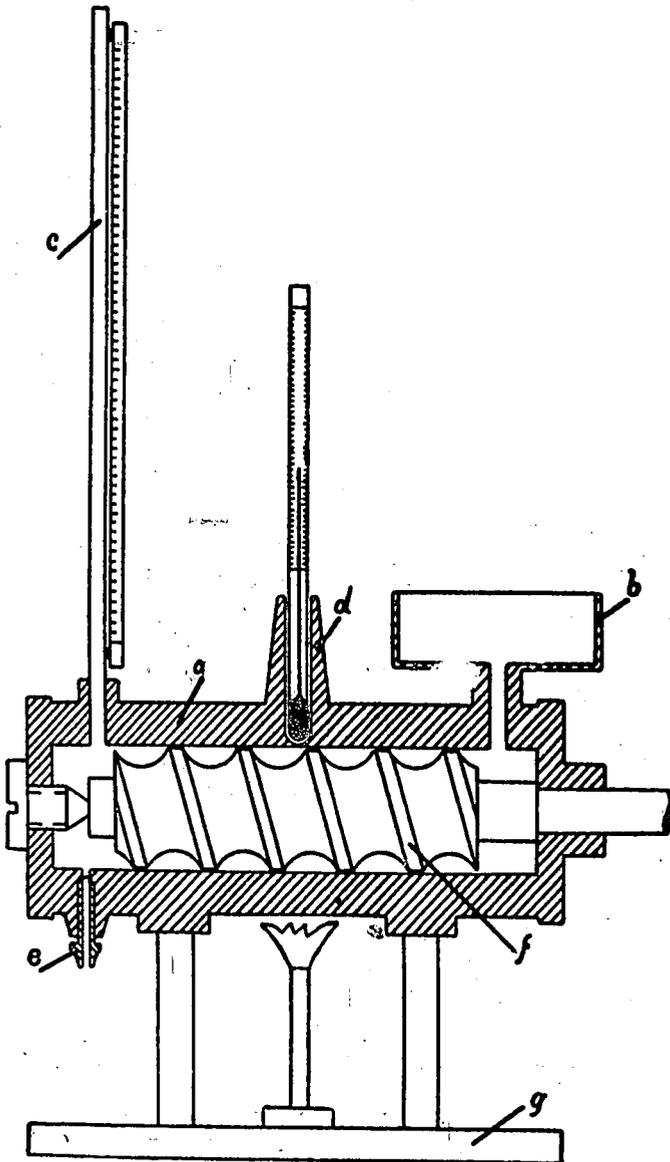
Das Gehäuse a ruht auf zwei Säulen der Grundplatte g und wird mit einer Spirituslampe, die unter die seitlich angebrachte Heizstelle gestellt wird, erwärmt. Das Modell 1937 ist elektrisch heizbar.

Das Gerät ist mit zwei Schlauchanschlüssen versehen, die der Zu- und Ableitung von Kühlwasser dienen, falls Messungen unter Zimmertemperatur ausgeführt werden sollen; bei Versagen der Heizung kann auch heißes Wasser durchgeleitet werden. Für die üblichen Messungen werden die Schlauchanschlüsse nicht gebraucht.

Der für den Antrieb auf gleicher Grundplatte montierte Federmotor ist mit einer Umschaltvorrichtung für zwei oder drei Meßbereiche, einem Schalter für das Laufwerk und einem Geschwindigkeitsregler versehen. Der Schalter für das Laufwerk, der sich rechts außen befindet, hält dieses an, wenn er einen der beiden Anschläge berührt. Steht er in der Mitte der Anschläge, so läuft das Werk.

Der Geschwindigkeitsregler befindet sich links am Motor. Wird er nach rechts gedreht, so läuft der Motor langsamer; nach links, schneller. Bei jeder Umdrehung wird ein Lautgeber betätigt, dessen Tonfolge mit der Doppelschwingung eines mitgelieferten, genau auf die erforderliche Umdrehungszahl des Gerätes abgestimmten Pendels übereinstimmen soll. Die Schwingungszahl wird bei jedem Gerät angegeben.

Ausführung der Messung. Vor dem Einsetzen des Temperaturmessers gießt man einige Tropfen Öl in den Temperaturmesserflutzen, um eine gute Wärmeübertragung sicherzustellen.



Schnellviskosimeter nach Dallwig-Wegner.

Man füllt das zu prüfende Öl in das Ölgefäß b und verwendet dabei ein Sieb, um etwaige Fremdstoffe zurückzuhalten. Dann läßt man das Uhrwerk solange laufen, bis das Öl etwa 5 cm hoch im Meßrohr steht. Nun läßt man den Stand im Ölgefäß und im Meßrohr sich ausgleichen und verschiebt die Skala 1 am Meßrohr so, daß der Nullstrich mit der Standhöhe im Meßrohr zusammenfällt. Der Umschalthebel am Uhrwerk wird auf 1 gestellt. Darauf wird bei stehendem Motor angeheizt, bis der Temperaturmesser ungefähr 105° anzeigt. Dann wird der Motor ange stellt, damit alles im Gehäuse a befindliche Öl gleichmäßig auf ungefähr 105° kommt. Ist dies der Fall und ist auch die Umdrehungszahl des Motors auf die Pendelschwingung abgestimmt, so wird die Heizung abgestellt. Nun wird bei fallender Temperatur und ununterbrochenem Gang des Motors die Zähigkeit von 5° zu 5° abgelesen und in das Kurvenblatt eingetragen.

Während des Abkühlens steigt die Ölsäule im Meßrohr infolge der zunehmenden Zähigkeit. Bei Zähigkeiten über 55 E stellt man die Umschaltvorrichtung auf 2 und liest auf der zugehörigen Skala 2 mit dem Meßbereich 1—110 E ab. Das Modell 1937 hat drei Meßbereiche.

Das Uhrwerk kann während der Messung aufgezogen werden. Es empfiehlt sich, möglichst mit mittlerer Federspannung zu arbeiten.

Reinigung des Gerätes. Nach beendigter Messung läßt man das Öl durch das Ablassventil, welches mit Hilfe des beigegebenen Schlüssels etwas nach links gedreht wird, vollständig ablaufen. Durch Anstellen des Motors wird dies beschleunigt. Nun nimmt man die Kupplung zum Federmotor ab und schraubt mit Hilfe des beigegebenen Anziehfestes die beiden Deckel am Hauptkörper heraus. Alle Teile lassen sich jetzt leicht reinigen. Beim Zusammenschrauben achte man darauf, daß sich die Meßspindel leicht drehen läßt. An den Dichtungs- und Regulierschrauben soll nur sehr wenig und nur nach längerem Gebrauch gestellt werden. Meßrohr und Ölgefäß können zwecks Reinigung ebenfalls abgeschraubt werden.

5. Bestimmung der Neutralisationszahl (Säurezahl).

In den Mischzylinder werden 38 cm^3 Alkohol (vergällt) und 2 cm^3 Alkaliblauf 6 B (Ringmarke an der Flaschenpipette) gegeben. Dieses Gemisch wird aus der Bürette tropfenweise solange mit $\frac{1}{10}$ normaler alkoholischer Kalilauge versetzt, bis die blaue Farbe eben in rot umschlägt; dabei wird von Zeit zu Zeit der Stopfen aufgesetzt und der Inhalt des Zylinders durchgemischt.

Ist der Umschlagspunkt erreicht und somit der Alkohol neutralisiert, so werden 22 cm^3 des Öles zugegeben. Man verfährt dabei am besten so, daß man das Öl in freiem Strahl eingießt und dabei das Ansteigen des

Alkoholspiegels vom 40-cm³-Strich bis zum 62-cm³-Strich verfolgt. Dann wird der Inhalt des Zylinders eine halbe Minute lang kräftig durchgeschüttelt und darauf stehengelassen, bis sich Öl und Alkohol getrennt haben (Zylinder verschlossen halten!).

Die Indikatorfarbe ist inzwischen wieder von rot in blau umgeschlagen, weil der Alkohol die Säure aus dem Öl herausgelöst hat. Es handelt sich nun darum, diese Säure zu bestimmen. Das geschieht dadurch, daß man, ähnlich wie oben, $\frac{1}{10}$ normale alkoholische Kalilauge zusetzt, bis die Säure neutralisiert ist; man liest diesmal aber die verbrauchten Kubikzentimeter ab:

Man nimmt die Hälfte des Alkohols, also 20 cm³, mit der Pipette aus dem Mischzylinder heraus, gibt sie in den Erlenmeyerkolben und titriert nun mit der $\frac{1}{10}$ normalen alkoholischen Kalilauge tropfenweise, bis die Farbe wieder eben in rot umschlägt. Dabei soll der Erlenmeyerkolben nur so wenig geschwenkt werden, wie es die Verteilung der einfallenden Tropfen erfordert. Ein übermäßiges Schütteln ist nicht am Platze, da es die Kohlen Säure der Luft in den Alkohol hineinbringt.

Der verwendete Erlenmeyerkolben muß sauber sein. Um ganz sicher zu gehen, daß er keine sauer gewordenen Ölrreste enthält, gibt man ungefähr 10 cm³ Alkohol (vergällt) und einige Tropfen Alkaliblauf 6 B hinein, schüttelt um, setzt $\frac{1}{10}$ normale alkoholische Kalilauge bis zur Rotfärbung zu und schüttelt wieder. Nötigenfalls wird der Zusatz der Kalilauge wiederholt, bis die Rotfärbung bestehen bleibt. Die Kalilauge immer nur gerade bis zum Umschlagspunkt zugeben!

Die bei der Titration der 20 cm³ Alkohol verbrauchten Kubikzentimeter $\frac{1}{10}$ normaler alkoholischer Kalilauge ergeben, mit 0,7 multipliziert, die Säurezahl (d. h. die Anzahl Milligramm Kaliumhydroxyd, die zum Neutralisieren der in 1 g des Öles enthaltenen Säure erforderlich ist). Sie wird bis auf die zweite Dezimale angegeben.

Bemerkung: Sind mehrere Bestimmungen durchzuführen, so wird der Erlenmeyerkolben nach Beendigung der ersten Titration einfach entleert, und die 20 cm³ Alkohol der zweiten Probe werden ohne weiteres hineingegeben usw.

6. Bestimmung der Emulgierbarkeit nach der Schüttelprobe.

Je 10 cm³ Öl und Seewasser werden in den 50-cm³-Mischzylinder gegeben, eine Minute kräftig durchgeschüttelt und dann eine Stunde stehengelassen.

Findet eine scharfe Trennung zwischen Öl und Wasser statt, so ist das Öl „nach der Schüttelprobe nicht emulgierend“. Bildet sich eine Zwischenschicht von weniger als 1 cm³ aus, so ist das Öl „nach der Schüttelprobe schwach emulgierend“. Ist die Zwischenschicht stärker als 1 cm³, so ist das Öl „nach der Schüttelprobe emulgierend“.

7. Bestimmung des Kälteverhaltens.

In das in einem Reagenzglas befindliche Öl wird ein Temperaturmesser gesteckt und die Ölprobe in Eis gestellt. Nach einer Stunde ruhigen Stehens beobachtet man durch Schräghalten des Reagenzglases, ob das Öl noch fließt oder ob es stockt. Im letzteren Fall ist festzustellen, wann das Öl wieder flüssig wird. Zu dem Zweck läßt man es ruhig stehen, bis das Öl teilweise in den flüssigen Zustand übergegangen, teilweise aber noch fest ist. Dann erst rührt man mit dem Temperaturmesser um und liest die Temperatur ab.

8. Bestimmung des Wassergehaltes.

Die Bestimmung erfolgt nach dem Verfahren Dertel-Pflug.

Beschreibung des Verfahrens und des Gerätes. Die Wasserbestimmung beruht darauf, daß einer abgemessenen Menge des betreffenden Öles eine bestimmte Menge eines Salzgemisches zugefügt wird, welches sich mit dem vorhandenen Wasser unter Erwärmung verbindet. Diese Erwärmung ist je nach der Menge des vorhandenen Wassers stärker oder geringer, und durch ihre Messung ist die Bestimmung der vorhandenen Wassermenge möglich.

Das Gerät besteht im wesentlichen aus einem Porzellanthermostaten, in den das eigentliche Bestimmungsgefäß — Glaszylinder mit Ringmarke — hineinpafst. Zur Abmessung der Salzmenge dienen kleinere Meßgläschen; ebenfalls mit Ringmarke. Die Temperaturerhöhung wird mit einem in $\frac{1}{5}^{\circ}$ geteilten Temperaturmesser gemessen, über dessen Quecksilberkugel als Schutz gegen Zertrümmerung ein kurzes Stückchen Gummischlauch geschoben wird — jedoch so, daß ein Teil der Quecksilberkugel noch frei liegt.

Das Salzgemisch wird unbrauchbar, wenn es schon vor der Verwendung Feuchtigkeit aufnimmt. Die Vorratsflasche ist daher stets gut verschlossen zu halten. Um sie möglichst selten öffnen zu müssen, sind alle Meßgläschen auf einmal mit dem Salzgemisch zu füllen. Jedes Meßgläschen ist nach der Füllung sofort zu verschließen.

Ausführung der Bestimmung. Das Ölgefäß und der Temperaturmesser müssen vollständig trocken und sauber sein. Die zu untersuchende Ölprobe wird gut umgeschüttelt, bis zur Ringmarke in das Ölgefäß gegeben und dieses in den Porzellanthermostaten eingesetzt. Darauf wird der mit dem Gummischuhtring versehene Temperaturmesser in das Öl gesteckt und unter wiederholtem Umrühren solange beobachtet, bis (nach etwa 3 Minuten) die Temperatur stehen bleibt. Diese Anfangstemperatur wird aufgeschrieben. Dann wird eines der Meßröhrchen mit dem Salzgemisch, ohne den Temperaturmesser aus dem Öl zu entfernen

rasch in das Öl entleert und ohne Unterbrechung lebhaft mit dem Temperaturmesser in dem Öl verrührt. Dabei ist wegen der Reibungswärme zu vermeiden, daß der Temperaturmesser an der Wand reibt. Das Ansteigen der Öltemperatur wird solange beobachtet, bis (nach 5—10 Minuten) wieder Stillstand eingetreten ist und anschließend ein Temperaturabfall einsetzt. Der höchste Stand des Temperaturmessers wird als Endtemperatur vermerkt.

Ist die Temperatursteigerung größer als 13° , so ist die Bestimmung mit verdünntem Öl zu wiederholen. Als Verdünnungsmittel ist wasserfreies, der Probe möglichst gleichartiges Öl zu verwenden; auch gewöhnliches wasserfreies Petroleum ist geeignet. (Das wasserfreie Verdünnungsmittel kann man auch durch Schütteln des wasserhaltigen Öles mit einer kleinen Menge des Salzgemisches und nachfolgendes Filtern herstellen.) Das zu untersuchende Öl wird mit dem Verdünnungsmittel in einem bestimmten Verhältnis (1 : 1 oder 1 : 2 usw.) gemischt. Dann wird die Untersuchung, ebenso wie oben beschrieben, durchgeführt.

Berechnung des Ergebnisses. Auf jeder Flasche des Salzgemisches ist der Berechnungsfaktor angegeben. Multipliziert man die gemessene Temperatursteigerung mit diesem Faktor, so erhält man den Wassergehalt des Öles in Prozenten.

Beispiel: Temperaturerhöhung $2,3^{\circ}$, Faktor 0,6, Wassergehalt = 1,38%.

Ist das Öl vorher verdünnt worden, so muß das Ergebnis entsprechend der Verdünnung noch mit 2 bzw. 3 usw. multipliziert werden.

Zerbrochene Ölgefäße dürfen nicht durch andere Behälter aus Glas oder gar aus Metall ersetzt werden.

Bemerkung:

1. Öle, die vollkommen klar (blank) sind, enthalten kein Wasser. Bei ihnen erübrigt sich also die Bestimmung.
2. In vielen Fällen ist eine genaue Wasserbestimmung nicht notwendig. Man kann sich dann ein hinreichend genaues Bild über den Wassergehalt machen, indem man das Wasser mit der Tischschleuder ausschleudert. Dabei arbeitet man am günstigsten gleich so, daß man anschließend die Art des Wassers (siehe den nächsten Abschnitt) bestimmen kann. Bei kleinen Wassermengen muß man das Volumen des Salpetersäureretropfens ($0,05 \text{ cm}^3$) bei der Berechnung berücksichtigen. Eine etwa zwischen Wasser und Öl auftretende Mittelschicht wird als zur Hälfte aus Wasser bestehend angesehen und ebenfalls in Rechnung gesetzt.

9. Bestimmung der Art des Wassers.

Das Öl wird in zwei Schleudergläser gefüllt. Zu beiden Gläsern wird je ein Tropfen 10%iger Salpetersäure gegeben und durch kräftiges Rühren mit einem Glasstabe in dem Öl verteilt. Dann wird das Öl geschleudert.

Das unten abgesetzte Wasser entnimmt man auf folgende Weise: Man führt die Spitze eines ausgezogenen Glasrohres unter Zuhalten des oberen Endes durch das Öl hindurch bis auf den Boden des Schleuderglases. Gibt man dann die obere Öffnung frei, so tritt das Wasser in das Glasrohr ein, und man kann es, nun wieder unter Zuhalten der oberen Öffnung, herausnehmen.

Das außen am Glasrohr haftende Öl entfernt man dadurch, daß man das Glasrohr (immer nach oben zuhalten!) mit Wischbaumwolle säubert.

Man entleert das Wasser auf eine blaue Porzellanscheibe, indem man mehrere einzelne Tropfen auf die Scheibe gibt. Direkt neben jeden Tropfen gibt man einen Tropfen 10%iges Silbernitrat. Anschließend bringt man die zusammengehörigen Tropfen durch Berühren mit der Spitze des Glasrohres zum Zusammenfließen.

Tritt hierbei ein weißer Niederschlag auf, der sich schnell zu größeren Flocken zusammenballt, so liegt Seewasser vor. Im anderen Falle handelt es sich um Kondensat. Eine schwache Trübung, die als solche bestehen bleibt, ohne daß Flocken auftreten, ist ohne Belang.

10. Prüfung von Ölbehältern auf abgesetztes Wasser.

Um festzustellen, ob sich am Boden eines Tanks oder Bunkers an Bord oder im Lieferprahm, in Ölfässern usw. Wasser befindet, bestreicht man den Vorkörper des Peilbandes mit der Wassernachweispaste, führt das Lot durch das Öl hindurch bis auf den Boden, beläßt es dort etwa eine halbe Minute und zieht es wieder hoch. Ein Aufhellen der blauen Farbe der Paste zeigt an, ob bzw. wie hoch Wasser am Boden steht.

Manche Heizöle haften nach dem Herausziehen des Lotes so an der Paste, daß ein etwaiger Farbumschlag nicht zu erkennen ist. In solchen Fällen führt man das Lot in das mit Tetrachlorkohlenstoff gefüllte Spülgefäß oder (an Deck) übergießt das Lot zur Entfernung des Öls mit Tetrachlorkohlenstoff.

Untersuchungen mit dem Zündwertprüfer nach Jenksch.

Beschreibung des Zündwertprüfers.

Ofen mit Zündtiegel. Von den vier Bohrungen des Zündtiegels dienen drei als Zündkammern; sie stehen durch Kanäle mit der in der Mitte befindlichen Sauerstoffzuführung in Verbindung, die mittlere

Zündkammer ist die Eingabekammer. Die mit T—T bezeichnete vierte Bohrung ist nicht an die Sauerstoffzuführung angeschlossen und dient zur Aufnahme des Thermoelementes.

Sauerstofftrockner. Mit dem Sauerstoffzuführungsrohr des Zündtiegels ist der Sauerstofftrockner verbunden. Die Verbindungsleitungen müssen frei von Verunreinigungen sein und sämtlich luftdicht abschließen. Das Einsaßrohr des Trockners ist mit staubfreiem, trockenem, Chlorkalzium von etwa Erbsengröße zu erfüllen. Die Hähne des Trockners sowie alle übrigen Hähne des Gerätes sind schwach einzufetten. Ist das Chlorkalzium erschöpft, so wird das Einsaßrohr herausgenommen und ein frisch gefülltes eingesetzt. Der Restinhalt des gebrauchten Rohres ist durch Auslösen in Wasser zu entfernen.

Blasenzähler. Der Sauerstofftrockner ist mit dem kurzen Knierohr des Blasenzählers verbunden. Die Flasche des Blasenzählers wird genau bis zur Oberkante der Düse mit destilliertem Wasser gefüllt. Die Blasen-zählung wird folgendermaßen ausgeführt: Sobald eine Sauerstoffblase sich von der Düse löst, setzt man die Stoppuhr in Gang. Diese Blase wird als „Null“ gezählt und dann die Zählung, beginnend mit der nächsten Blase, für die Dauer von 10, 15 oder 30 Sekunden durchgeführt. Die erhaltene Zahl gibt, mit 6, 4 oder 2 multipliziert, die Blasen-zahl pro Minute an. Bei höheren Blasen-zahlen ist nur jede zweite Blase zu zählen, etwa folgendermaßen: 0+1+2+3+4 usw. und dann die erhaltene Zahl mit 2 zu multiplizieren. Für Sonderzwecke, z. B. bei Ausführung der Schnellmethode, bedient man sich des Sauerstoffströmungsmessers.

Sauerstoffströmungsmesser. Der Sauerstoffströmungsmesser ist an den Blasenzähler angeschlossen und dient hauptsächlich zur Ermöglichung einer sicheren Einstellung höherer Blasen-zahlen. Man läßt den Sauerstoff genau 5 Sekunden über den Dreiwegehahn einströmen und liest die Blasen-zahl an der Skala ab.

Feinstellventil. Das lange Knierohr des Blasenzählers ist mit dem Austrittsstutzen des Feinstellventils verbunden. Zum vollständigen Absperrern benutze man das Ventil nicht! Zur Abgabe von Sauerstoff o f f ö ß e n verwende man das kleine Ventil am Druckminderventil.

Druckminderventil. Vom Feinstellventil führt eine Leitung aus dünnem Kupferrohr zum Austrittsstutzen des Druckminderventiles. Das Druckminderventil ist im fließenden Sauerstoffstrom auf genau 1 atü einzustellen. Dieser Druck ist zur Erzielung gleichmäßiger Blasen-größen s t e t s beizubehalten. Zum zeitweiligen Absperrern des Sauerstoffes betätigt man das vorgesehene kleine Ventil am Austrittsstutzen.

Sauerstoff-Flasche. Die Stahlflasche soll mit Sauerstoff von mindestens 98 % Reinheit gefüllt sein. Ventile und Gewinde dürfen nicht eingefettet sein. Das Flaschenventil ist zu schließen, wenn das Gerät außer Betrieb gesetzt wird. Zum Füllen der Sauerstoff-Flasche ist ein Umfüllstutzen vorgesehen.

Allgemeine Bedienungsvorschrift für den Zündwertprüfer.

Vor Beginn einer Untersuchung muß das Gerät in allen seinen Teilen gründlich nachgesehen werden. Sämtliche Bohrungen des Zündtiegels müssen metallisch sauber und glänzend aussehen. Die Zuleitungsver-schraubungen müssen gut angezogen und sauerstoffundurchlässig sein. Der Trockner soll mit einer ausreichenden Menge trockenen Chlorkalziums gefüllt sein. Im Blasenähler soll der Wasserstand genau bis zur Oberkante der Düse reichen. Die Vergasungsteller müssen auf beiden Seiten metallisch rein und glänzend, nicht matt sein. Gebrauchte Teller werden bei 500° und reichlicher Sauerstoffzufuhr in den Zündtiegel gegeben und etwa ½ Minute darin belassen. Nach dem Ausglühen sind die Teller mit der kleinen Stahldrahtbürste auf dem Tellerhalter sauber zu reinigen und auszuwischen. Die große Bürste dient zur Reinigung des Tiegels.

In jede der vier Kammern gibt man einen Vergasungsteller und führt in die mit I—I bezeichnete Kammer das Thermoelement mit der zugehörigen Halterung ein. Hat ein Teller sich bei der Eingabe herumgedreht, so stellt man den unteren Dreivegehahn am Trockner auf Durchgang zum Gebläse und drückt den Teller nach oben. Sollte der Teller nicht hochkommen, so müssen die beiden anderen Zündkammern durch Flammpunktsbecher, die mit der Pinzette festgehalten werden, abgedichtet werden, damit der Luftdruck verstärkt wird. Auf keinen Fall dürfen mehrere Teller gleichzeitig in einer Kammer sein. Man achte daher darauf, daß die Kerben an der Pinzette mit der Oberkante der Zündkammer übereinstimmen.

Das Ablesegerät des Thermoelementes ist auf + 20° geeicht. Beträgt die Raumtemperatur mehr bzw. weniger als + 20°, so ist der Unterschied zu der abgelesenen Temperatur zuzuzählen bzw. von ihr abzuziehen.

Von Zeit zu Zeit, besonders dann, wenn der Zündwertprüfer länger außer Gebrauch gewesen ist, müssen Thermoelement und Anzeigegerät auf richtiges Arbeiten nachgeprüft werden. Hierzu dient in erster Linie das mitgegebene Normalbenzin, dessen Selbstzündungspunkt im Sauerstoffstrom bei genau 300° liegt. Man erhitzt den Tiegel bis auf 295° und läßt die Temperatur dann mit 2—3° in der Minute ansteigen. Bei Erreichung von 300° muß Selbstzündung erfolgen. Eine Berichtigung der Zeigerstellung ist mit der vorgesehenen Stellschraube möglich. Die Prüfung kann auch mit Hilfe der Schmelzstücke aus chemisch reinem Zink

vorgenommen werden, sie zeigen 420° an. Man erhitzt den Tiegel ohne Sauerstoffzufuhr auf 410° , entfernt den Vergasungsteller der Eingabekammer und setzt mit einem mit Griff versehenen Teller ein Schmelzstück, aufrechtstehend, ein. Dann heizt man mit einer Temperatursteigerung von 3° — 5° /Minute weiter und beobachtet durch den Spiegel, wann das Schmelzstück umfällt. Erfolgt das Umfallen früher oder später als bei 420° , so wird der Zeiger des Anzeigegegeräts richtig auf 420° eingestellt. Jedes Schmelzstück kann beiderseitig, also zweimal verwendet werden. Beim Transport des Gerätes muß der Zeiger festgestellt werden.

Zur Kontrolle der Dichtigkeit aller Sauerstoffleitungen benutzt man den Strömungsmesser, indem man die einzelnen Hähne der Reihe nach in Absperrstellung nach dem Feinstellventil bringt, nachdem der Wasserstand im Strömungswasser auf den Skalenwert 400 eingestellt worden ist. Etwa vorhandene Undichtheiten erkennt man am Abfallen des Wasserpiegels und am Auftreten von Bläschen, wenn man die Verbindungsstellen mit Seifenwasser bestreicht. Schließlich dichtet man die Zündkammern des Tiegels durch gutschließende Stopfen ab, auch jetzt darf kein Absinken des Wasserpiegels erfolgen.

Die Probenahme des zu untersuchenden Stoffes muß sehr sorgfältig ausgeführt werden, weil sonst Fehlschlüsse möglich sind. Gutes Durchschütteln kurz vor Beginn der Untersuchung ist stets erforderlich. Leicht verdampfernde Stoffe wie Benzin werden auch im kleinen Reagenzglas unter Korkeverschluß gehalten. Man stellt dann die verwendete Pipette in der Pause zwischen den Stoffeingaben in ein leeres Reagenzglas.

Für die Beobachtung der Vorgänge in den Zündkammern dienen eine Lampe und ein Spiegel, die verstellbar angeordnet sind. Zur besseren Ableseung der Temperaturen verwende man die Lupe. Soll ein schnelles Abkühlen des Tiegels erfolgen, so löst man die Verschraubung zwischen Tiegel und Trockner, hebt den Tiegel mit der vorgesehenen Hebevorrichtung hoch und kühlt mit dem Gebläse.

Folgende Vorschriften müssen peinlichst beachtet werden:

Nach jeder Stoffeingabe — einerlei ob Zündung erfolgt oder nicht — wird zur Beseitigung der Dämpfe mit dem Gebläse gespült. Ebenso werden die Vergasungsteller jedesmal untereinander ausgetauscht. Dabei werden die Teller mehrmals in der Kammer auf- und abbewegt. Auf diese Weise werden die Dämpfe, die sich unter den Tellern angesammelt haben, sicher entfernt.

Befinden sich auf dem Teller der Eingabekammer Rückstände, so wird er auf das Ablegeblech gelegt, der aus der rechten Seitenkammer entnommene vorgewärmte Teller in die Eingabekammer gegeben, der aus der linken Seitenkammer entnommene

Teller in die rechte Seitenkammer gegeben und die leere Seitenkammer mit einem neuen Teller beschickt.

Die Pinzette muß stets durch Abwischen mit einem sauberen Lappen reingehalten werden.

Als Eingabekammer benutzt man stets die mittlere Zündkammer.

Es dürfen nur die dem Apparat beigegebenen genormten Eingabepipetten benutzt werden. Die Pipette soll nur die unbedingt nötige Stoffmenge aufnehmen. Sie darf daher nicht zu tief eingetaucht werden. Man führt sie in waagerechter Haltung über die Mitte der Eingabekammer, senkt die Spitze dann bis auf 1 cm über den Tiegel und läßt den Tropfen fallen. Ein zu langes Verweilen über dem Tiegel muß vermieden werden. Es ist streng darauf zu achten, daß der Tropfen nicht gegen die Kammerwand fällt. Für dickflüssige Stoffe verwendet man einen genormten Glasstab.

Der Druckmesser in der Leitung zur Feinstellvorrichtung am Druckminderventil muß bei angestelltem Sauerstoffstrom stets 1 atü anzeigen.

11. Bestimmung des Selbstzündungspunktes (Szp).

Nachdem festgestellt ist, daß sämtliche Einzelteile des Zündwertprüfers sich in ordnungsmäßigem Zustande befinden und alle 4 Kammern je einen Vergasungsteller enthalten, wird der Ofen voll eingeschaltet und auf etwa 100° unter der zu erwartenden Selbstzündungstemperatur des Stoffes erwärmt, also Benzin, Dieselloststoff und Schmieröl auf etwa 200°, bei Benzol und Steinkohlenteeröl auf etwa 450°. Nach Erreichung dieser Temperatur wird der Widerstand soweit vorgeschaltet, daß der Temperaturanstieg noch etwa 10° in der Minute beträgt. Gleichzeitig wird ein Sauerstoffstrom von etwa 300 Bl. in der Minute durch den Tiegel geleitet.

Von Zeit zu Zeit wird unter Beachtung der allgemeinen Bedienungs-vorschrift ein Tropfen in die Eingabekammer gegeben.

Bei Eintritt der Selbstzündung, die meistens von einem starken Knall begleitet ist, schaltet man den Ofen aus und fährt bei fallender Temperatur mit der tropfenweisen Stoffeingabe solange fort, bis keine Selbstzündung mehr erfolgt. Darauf schaltet man den Ofen wieder ein und regelt den Temperaturanstieg mit dem Vorschaltwiderstand auf etwa 2—3° in der Minute. Der Wärmegrad, bei dem nunmehr die erste Selbstzündung erfolgt, ist der Selbstzündungspunkt des untersuchten Stoffes. Der Sauerstoffstrom bleibt während der ganzen Dauer des Versuches ange stellt.

12. Bestimmung des unteren Zündwertes (Zu).

Den unteren Zündwert erhält man nach der Formel:

$$Zu = \frac{tu}{bu + 1}$$

Hierin bedeutet:

tu die Temperatur des Selbstzündungspunktes,

bu die niedrigste im Frühzündungsgebiet zur Zündung ausreichende Blasenzahl. Zur Anrechnung des aus der Luft in die Zündkammer eindringenden Sauerstoffs wird ihr eine Blase zugezählt.

Es ist zu beachten, daß der niedrigste Sauerstoffbedarf nicht immer bei der Temperatur des Selbstzündungspunktes gefunden wird, sondern daß er häufig bei höherer Temperatur, bis zu 40° über dem Selbstzündungspunkt, liegt (siehe hierzu die gestrichelte Fläche in der Abbildung Seite 54).

Das Suchen der niedrigsten Blasenzahl erfordert deshalb etwas Übung und Geduld sowie ein Vertrautsein mit der Temperatur-Regelung durch den Schiebewiderstand.

Man geht dabei so vor, daß man nach der Bestimmung des Selbstzündungspunktes zunächst die für die gebräuchlichen Heizöle und Kraftstoffe ausreichende Sauerstoffzufuhr von 90—96 Bl./Min. einstellt und unter ständiger Tropfeneingabe, Spülung und Teller auswechslung die Temperatur langsam steigen läßt (3°—5° Anstieg/Minute). Nachdem eine Stoffeingabe gezündet hat, wird die gerade vorliegende Temperatur festgehalten und die Blasenzahl solange stufenweise um je 6—12 Bl./Min. herabgesetzt, bis die Zündungen ausbleiben und man dadurch erkennt, daß die zu dieser Temperatur gehörende Mindestblasenzahl bereits unterschritten ist. Man tastet deshalb die letzte Stufe nochmals in kleineren Schritten d. h. mit einer Verringerung der Blasenzahl um jeweils nur 2 Bl./Min. ab. Nun wird unter Beibehaltung derjenigen Blasenzahl, bei der die Zündung ausbleibt, die Temperatur langsam erhöht, bis wieder Zündungen auftreten. Bei der neuen Zündungstemperatur wird wieder die Blasenzahl um je 2 erniedrigt, bis die Zündung erneut ausbleibt. In gleicherweise wird ein drittes oder viertes Mal versucht, unter Temperatursteigerung mit noch niedrigerer Blasenzahl Zündungen zu erzielen. Hat man schließlich die Sauerstoffzufuhr soweit verringert, daß man bis etwa 40° über dem Selbstzündungspunkt keine Zündung mehr bekommt, so stellt man die Heizung auf niedrige Temperaturen und geht unter ständiger Tropfeneingabe, Spülung und Teller auswechslung auf den Selbstentzündungspunkt zurück, um zum Schluß festzustellen, ob vielleicht in der unmittelbaren Nähe des Selbstzündungspunktes Zündungen auftreten.

Nach jeder Tropfeneingabe ist mit dem Zellerwechsel 15—20 Sek. zu warten, da der Zündverzögerung berücksichtigt werden muß. Auch mit der Stoffeingabe muß etwa 10 Sekunden gewartet werden, bis die Verhältnisse in der Zündkammer sich ausgeglichen haben.

Bei sehr niedriger Blasenanzahl kommt es oft zu sogenannten „stillen Zündungen“, d. h. zu einem kaum wahrnehmbaren, schwachen Aufleuchten. Sie werden als Zündung gewertet.

Beispiel der Bestimmung von „Zu“ bei einem Dieselkraftstoff.

Selbstzündungspunkt: 270°.

Einzustellende Blasenanzahl: 96.

Langsame Steigerung der Temperatur: bei 285° Zündung.

Verringern der Blasenanzahl

auf 84: noch Zündung,
„ 72: „ „ „
„ 66: „ „ „
„ 60: „ „ „
„ 54: keine Zündung.

Zurückgehen auf 60 Blasen, dann verringern der Blasenanzahl

auf 58: noch Zündung,
„ 56: keine Zündung.

Steigern der Temperatur unter Beibehaltung von 56 Blasen; bei 289° Zündung. Verringern der Blasenanzahl

auf 54: noch Zündung,
„ 52: „ „ „
„ 50: keine Zündung.

Steigern der Temperatur unter Beibehaltung von 50 Blasen; bei 293° Zündung. Verringern der Blasenanzahl

auf 48: noch Zündung,
auf 46: keine Zündung.

Steigern der Temperatur unter Beibehaltung von 46 Blasen; bis 310° keine Zündung. Zurückgehen mit der Temperatur auf 270° unter Beibehaltung von 46 Blasen; keine Zündung

$$b_u = 48$$

$$Z_u = \frac{270}{48 + 1} = 5,5.$$

13. Bestimmung des Zündverzuges (w).

Zur Ermittlung des Zündverzuges (Wartezeit) von Dieseldraftstoffen und Heizölen wird die Tiegeltemperatur auf genau 300° eingestellt und ein Sauerstoffstrom von 120 Bl./Min. zugeführt. Bei Vergaserkraftstoffen stellt man die Temperatur auf genau 320° ein. Das genaue Einhalten dieser Temperatur ist ständig zu überwachen. Eine Kontrolle ist möglich durch Eingabe eines Tropfens Normalbenzin, dessen Zündverzug bei 320° 3—3,5 Sek. beträgt. Erhält man mit Normalbenzin keine Zündung, so muß eine Berichtigung der Zeigerstellung vorgenommen werden. (Siehe Seite 45.)

Hat man die Temperatur und die zugehörige Blasenahl fest eingestellt, so gibt man den Stoff in die Eingabekammer und rückt bei dem Ablösen des Tropfens von der Pipette die Stoppuhr ein. Je nach der Art des Stoffes erfolgt nun nach 1—30 Sek. die Zündung, und die Stoppuhr wird ausgerückt. Die Werte werden auf $\frac{2}{10}$ Sek. genau angegeben. Aus je 3 Versuchen gewinnt man den Mittelwert. Spülung und Tellerwechsel beachten!

Bekommt man bei den oben genannten Normalbedingungen keine Zündung, was bei weniger guten Brennstoffen der Fall sein kann, so erhöht man zunächst die Blasenahl auf 140, 180 usw. Führt diese Maßnahme nicht zum Ziele, so geht man mit der Temperatur höher und versucht zunächst wieder, mit 120 Bl./Min. Zündungen zu bekommen.

Beim Zündverzug ist stets anzugeben, bei welcher Temperatur und welcher minütlichen Blasenahl die angegebenen Werte gefunden wurden. Für gute Dieseldraftstoffe ist bei $300^{\circ}/120$ Bl. „w“ gleich 1 bis 3 Sek. Für Naturbenzine bei $320^{\circ}/120$ Bl. beträgt „w“ um 3 Sek.

14. Bestimmung des oberen Zündwertes (Zo).

Der obere Zündwert (Zo) ist identisch mit der Temperatur, bei der Selbstzündung ohne besondere Sauerstoffzufuhr eintritt. Bei seiner Bestimmung stellt man daher die Sauerstoffzufuhr ab und schließt den unteren Dreivegehahn am Trockner. Mit der Stoffeingabe beginnt man erst bei etwa 450° und heizt bis dahin mit voll ausgeschaltetem Widerstand. Dann verlangsamt man die Wärmesteigerung und gibt nun von 10° zu 10° einen Tropfen in die Eingabekammer. Nach jeder Stoffeingabe ist gute Spülung der Kammern durch Tellerwechsel vorzunehmen, gegebenenfalls auch — nach Umstellung der Dreivegehähne am Gefäße und am Trockner — Spülung der Sauerstoffkanäle.

Nach der ersten Zündung stellt man den Vorschaltwiderstand derart ein, daß ein langsamer Temperaturabfall stattfindet. Nach je 10° Temperaturabnahme gibt man einen Tropfen in die Eingabekammer, solange bis die Zündungen ausbleiben. Dann schaltet man den

Widerstand derart ein, daß ein Temperaturanstieg von 3° bis 5° in der Minute erfolgt und gibt erneut bei je 10°, d. h. z. B. bei 500°, 510° usw., solange unter ständigem Spülen und Zellerwechseln einen Tropfen in die Eingabekammer, bis die erste Selbstzündung eintritt. Diese, auf volle 10° abgerundete Temperatur (t_0) ist der obere Zündwert, weil „ bu “ in der Formel auf Seite 48 gleich Null wird, also

$$Z_0 = \frac{t_0}{1} = t_0.$$

Der „ Z_0 “ wird also in gleicher Weise wie der „ Szp “ bei langsamsteigender Temperatur bestimmt.

15. Errechnung des Kennzündwertes (Z_k).

Der Kennzündwert wird errechnet nach der Formel

$$Z_k = \frac{t_0 - t_u}{bu + 1}.$$

Darin bedeutet t_0 die Temperatur des oberen Zündwertes, t_u die Temperatur des Selbstzündungspunktes und bu die niedrigste im Frühzündungsgebiet ausreichende Blasenzahl.

Die schwerentzündlichen Kraftstoffe und Heizöle aus Steinkohlenteeröl haben Kennzündwerte unter 1. Die Kennzündwerte aller flüssigen Brennstoffe aus Erdölen und Braunkohlenteerölen liegen über 1.

16. Bestimmung der Verdampfungsdauer in dünner Schicht (v).

Genau 12 Tropfen des Öles werden in einen zu dem „Gerät für Rückstandsbestimmungen“ gehörenden V 2 a-Stahlbecher gegeben und dieser bei genau 500° unter gleichzeitigem Einschalten der Stoppuhr in eine der Zündkammern gesetzt (Vergasungsteiler dieser Kammer herausnehmen!).

Es entstehen zunächst reichliche Mengen von Öldämpfen. Damit diese nicht an der Ofenoberfläche zur Entzündung kommen, leitet man in den ersten 20 Sekunden nach der Eingabe einen dauernden schwachen Luftstrom über den Tiegel (am besten durch Blasen mit dem Mund).

Von der 20sten Sekunde an hört man mit dem anhaltenden Blasen auf, gibt in Abständen von 5 zu 5 Sekunden mit dem Gebläse einen Luftstoß auf den Tiegelrand und beobachtet, ob noch sichtbare Öldämpfe abstreichen. Ist das beispielsweise nach 35 Sekunden noch der Fall, nach 40 Sek. aber nicht mehr, so ist $v = 40$ Sek.

17. Bestimmung des Rückstandes bei 500° (R 500).

Gleichzeitig mit der Bestimmung der Verdampfungsdauer wird die Bestimmung des Rückstandes bei 500° vorgenommen.

Der Stahlbecher bleibt bis zum vollständigen Aufhören der Dampf- bzw. Gasbildung, mindestens jedoch 2 Minuten, in der Kammer. Nach Abkühlen des Bechers auf Zimmertemperatur bringt man den Rückstand mit Hilfe der Drahtbürste restlos auf den Schieber des „Vergleichsgerätes für Rückstandsbestimmung“ und verteilt ihn gleichmäßig. Die Menge wird mit den Mustern der Skala verglichen und als Zahlenwert (1 bis 5) angegeben.

Mit Hilfe der Lupe wird geprüft, ob der Rückstand nur aus Ölkoks besteht, oder ob er außerdem Fremdstoffe wie Sandkörner oder Metallteilchen enthält.

18. Bestimmung des Rückstandes bei 350° (R 350).

Zur Bestimmung des Rückstandes bei 350° geht man in gleicher Weise vor wie bei der Bestimmung des Rückstandes bei 500° (R 500), erhöht den Tiegel jedoch nur auf 350° und läßt die Ölprobe (12 Tropfen) für die Dauer von 5 Minuten in der Kammer. Der Sauerstoff bleibt auch hierbei abgestellt. Bei Ölen, die zu starker Düsen- und Filterverschmutzung neigen, findet man im Becher einen festen Rückstand und bestimmt diesen wie bei R 500.

Gute Dieseldieseltreibstoffe sind bei 350° innerhalb von 5 Minuten restlos verdampft. Asphaltreiche Öle und solche, die reich an hochsiedenden Bestandteilen sind, neigen gleichfalls zu Düsen- und Filterverschmutzungen; sie hinterlassen nach Ablauf der Versuchszeit mehr oder weniger große Mengen einer teerartigen Flüssigkeit. Menge und Art dieser Rückstände sind schätzungsweise anzugeben.

19. Bestimmung der Siedezahl (Sz).

Die Ofentemperatur wird auf 500° eingestellt, der Vergasungsteller einer Zündkammer entfernt und der Haltering für das Meßglas aufgesetzt.

Das Meßglas wird mit genau 3 cm³ des zu prüfenden Stoffes gefüllt, unter gleichzeitigem Einschalten der Stoppuhr in die Zündkammer gegeben und nach genau 4 Minuten herausgenommen.

Nach Abkühlung des im Glase verbliebenen Stoffes auf Zimmertemperatur liest man die verdampfte Menge an der Teilung des Meßglases ab und rechnet auf Teile vom Hundert um.

Beispiel: Von einem Dieselkraftstoff sind $1,8 \text{ cm}^3$ verdampft.

$$Sz = \frac{1,8 \cdot 100}{3} = 60.$$

Genaueres Einschalten der Temperatur ist auch hier unbedingt erforderlich. Wasserhaltige Stoffe machen sich in bekannter Weise durch Stoßen und Überkochen bemerkbar. Man gibt daher etwa 15 Sek. nach dem Einsetzen 2 Siedesteinchen in das Messglas.

Gegebenenfalls können bis zu 3 Siedegläser gleichzeitig in den Tiegel gestellt werden. Wegen der hierbei stattfindenden starken Wärmeentziehung muß die Heizung entsprechend verstärkt werden, um die vorgeschriebene Siedetemperatur einhalten zu können.

20. Bestimmung der Selbstzündungskurve.

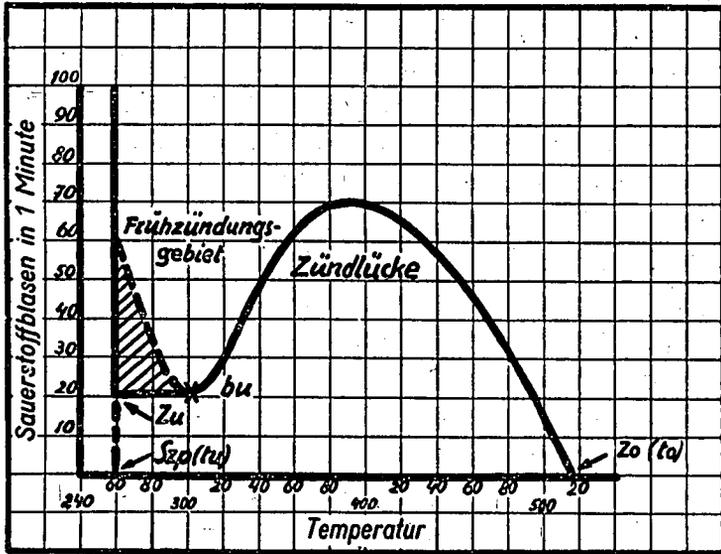
Die Bestimmung der Selbstzündungskurve wird im Anschluß an die Bestimmung des oberen Zündwertes vorgenommen.

Man stellt zunächst die Temperatur des Zo fest und stellt eine Blasen- zahl ein, die der Art des Stoffes entspricht, z. B. bei Kraftstoffen 30 bis 40 Bl./Min., bei Heizölen 60—70 Bl./Min. Eine Tropfeneingabe unter diesen Bedingungen muß zur Zündung führen, weil ja im Zo jede Blasen- zahl ausreichend ist. Nunmehr stellt man den Ofen durch Umlegen des Schalters vollständig ab und gibt nach genau je 20° , also bei fallender Temperatur, einen Tropfen in die Eingabekammer, bis die Zündungen infolge zu niedriger Temperatur ausbleiben. Dann wird der Ofen voll eingeschaltet und die Blasen- zahl erhöht, bis wieder Zündung bei der Temperatur der letzten vergeblichen Stoffeingabe einsetzt. Jetzt wird wieder abgestellt und von genau 20° zu 20° fallender Temperatur solange Stoff eingegeben, bis es erneut zu Zündungsaussetzern kommt. Es folgen also ständig An- bzw. Abstellen der Ofenheizung und Erhöhung der Blasen- zahl aufeinander, bis man durchgehend Zündung bekommt und damit der Scheitel der Kurve erreicht ist. Unbedingt erforderlich ist, daß die Stoffeingabe stets genau in dem Augenblick erfolgt, wenn der Zeiger des Ablesegerätes auf dem in Frage kommenden Teilstrich der Skala steht, weil sonst Fehlmessungen unausbleiblich sind. Ebenso muß das Spülen und Tellerwechseln nach jeder Stoffeingabe ausgeführt werden!

Nach Ermittlung des Kurvenscheitels, der gewöhnlich bei etwa 360° bis 400° liegt, vermindert man die Sauerstoffzufuhr in ähnlicher Weise, wie man sie vorher erhöht hat und bestimmt so den abfallenden Ast der Zündungskurve. Die Stoffeingabe erfolgt jetzt aber von je 10° zu 10° . Die Geschwindigkeit des Temperaturabfalls ist am Widerstand so einzustellen, daß eine Verminderung um 10° in frühestens 2 Minuten erreicht ist.

Zündungen werden im Vordruck A, der dem Gerät beiliegt, durch ein + bezeichnet, bei Zwischenzündungen nach 10° Temperaturabfall trägt man das + in die obere Ecke der folgenden niedrigeren Temperaturspalte ein, Fehzündungen erhalten ein —. Die jeweilige Blasenanzahl vermerkt man in der ersten Spalte des Vordrucks.

Von dem Vordruck A überträgt man die Werte in den Vordruck B, der ebenfalls dem Gerät beiliegt, und erhält so die Selbstzündungskurve des betreffenden Stoffes.



Selbstzündungskurve eines guten Dieselkraftstoffes.

Die Schraffung des einen Teiles des Frühzündungsgebietes in der Abbildung verweist auf die Erscheinung, daß die niedrigste Blasenanzahl im eigentlichen Selbstzündungspunkt (Selbstzündungstemperatur bei 300 Bl./Min.) nicht immer zur Zündung ausreicht, bzw. daß mit der niedrigsten Blasenanzahl oft nur dann Zündungen auftreten, wenn die Temperatur über den Szp erhöht wird (bis zu 40°, siehe Seite 48). Man errechnet aber, wie bereits auf Seite 48 gesagt, „Zu“ aus „bu“, ebenso wie sich „Zk“ aus $\frac{t_o - t_u}{b_u + 1}$ ergibt. Auch die senkrechte Gerade der Selbstzündungskurve wird stets im „Szp“ errichtet. — Bei der Aufstellung der Selbstzündungskurve genügt es im allgemeinen, „Zu“ und „Zo“, den Scheitelpunkt und 3–4 gut verteilte Zwischenpunkte zu bestimmen. Nur bei vollständig unbekanntem Stoffen wird man u. U. gezwungen sein, mehr Punkte zu ermitteln.

21. Bestimmung des Flammpunktes n. 3. (17).

Zur Bestimmung des Flammpunktes wird der Dreiflamm Brenner mit seinem Gelenk am Ofen des Zündwertprüfers befestigt und mit dem Gasentwickler verbunden. Die Öffnungen der beiden seitlichen Brenner sollen mit der Oberfläche des Zündtiegels abschneiden und genau über Mitte der seitlichen Zündkammern eingestellt werden. Das mittlere Sicherheitsflämmchen wird bis zum Anschlag zur Seite gedreht. Die Flämmchen sollen höchstens Erbsengröße aufweisen. Der mit einem Mantelring versehene Flammpunktstempormesser kommt in die vorgesehene Metallhülse, die mit dickflüssigem Öl so weit zu füllen ist, daß nur die Quecksilberkugel von Öl umgeben ist. Der Abstand zwischen der Kugel und dem Boden der Führungshülse soll genau 3 mm betragen. Die Hülse mit dem Tempormesser wird in die Eingabekammer gesetzt. In jede der seitlichen Zündkammern kommt eins der vorgesehenen zylindrischen Zwischenstücke (Vergasungsteller entfernen), damit die zur Stoffaufnahme dienenden Becher mit der Oberfläche des Zündtiegels abschneiden.

Man füllt mehrere Becher bis zur unteren Ringmarke mit dem Öl, wobei man darauf achtet, daß die Becherwandung oberhalb dieser Ringmarke nicht benetzt wird.

Nachdem die Heizung eingeschaltet ist, und der Tempormesser die voraussichtliche Flammpunktstempormeratur des zu prüfenden Stoffes ungefähr erreicht hat, regelt man die Heizung auf etwa 3° Tempormeraturanstieg/Minute, setzt unter gleichzeitigem Einrücken der Stoppuhr den ersten Becher ein und beginnt nach 1 Minute damit, die Prüfflamme von Zeit zu Zeit 1—2 Sek. lang über die Oberfläche zu führen. Erfolgt nach 3 Minuten, vom Einsetzen an gerechnet, kein Aufflammen, so wechselt man den Becher gegen einen neuen aus und verfährt in gleicher Weise weiter, bis der Flammpunkt gefunden ist.

Als Flammpunkt wird die Tempormeratur bezeichnet, bei der die Öldämpfe zu m e r s t e n M a l e aufflammen. Kurz vor der Flammpunktstempormeratur beginnt die Gasflamme oft größer zu werden und kommt manchmal zum Erlöschen. Man verwendet dann das Sicherheitsflämmchen zum Wiederentzünden. Dieses Größerwerden der Zündflamme führt oft zu Verwechslungen mit dem Flammpunkt. Er ist jedoch dadurch unverkennbar, daß sich bei ihm die Entzündung der Dämpfe über die gesamte Oberfläche ausbreitet und ein leichter Knall wahrnehmbar ist.

Sollte die Flammpunktstempormeratur gleich bei der ersten Probe erreicht sein, so muß man mit dem Versuch bei niedrigerer Tempormeratur beginnen. Man achte hierauf besonders bei der Prüfung von Schmierölen aus dem Betrieb!

Enthält ein Öl größere Wassermengen, so kann durch die starke Dampfentwicklung die Oberfläche sich bis an die Oberkante des Bechers heben. Man zerteilt die Ölbläschen durch fortwährendes ganz kurzes

Berühren mit der Zündflamme und kann auch von derartigen Ölen den Flammpunkt feststellen. Gegebenenfalls entferne man das Wasser durch vorheriges Schleudern oder durch Ausschütteln mit Chlorkalzium.

Die verwendeten Becher sind nach Gebrauch zu reinigen und mit einem sauberen Lappen zu trocknen. Es ist besonders darauf zu achten, daß auch die Außenfläche metallrein ist, damit die Flamme nicht in der Zündkammer festklemmen und die Kammer nicht verschmutzt wird.

Für Reihenuntersuchungen von Schmierölen, Heizölen und Kraftstoffen, von denen ein bestimmter Mindestflammpunkt verlangt wird, heizt man den Tiegel bis auf diese Temperatur und stellt sie fest ein. Wenn ein Öl nach 3 Minuten Verweilzeit im Tiegel noch nicht aufflammt, so entspricht es den Bedingungen.

22. Bestimmung der Alterungsneigung (A).

Für die Bestimmung der Alterungsneigung entfernt man den Beobachtungsspiegel am Beleuchtungsständer und setzt an seine Stelle das für diese Prüfung vorgesehene Sauerstoffzuleitungsrohrstück. Der am Rohrstück befindliche Gummischlauch wird nach Abnahme der Ballpumpe über den Anschlußstutzen des Dreiwegehahnes am Gebläse gestreift.

Der Tiegel wird auf 250° gebracht, dann werden 300 Bl./Min. eingestellt. Temperatur und Blasenanzahl sind während der ganzen Versuchsdauer genau einzuhalten. Die Dreiwegehähne am Trockner und am Gebläse sind so zu stellen, daß der Sauerstoff durch die abgestachte Gebläsedüse strömt.

Nunmehr füllt man das zu untersuchende Öl genau bis zur unteren Ringmarke (1 cm^3) in das Meßglas. Die Oberflächen-Böschung (Meniskus) muß mit der Unterkante auf der Ringmarke aufliegen; das Meßglas wird dabei so vor das Auge gehalten, daß die Ringmarke als Strich erscheint. Zuviel eingefülltes Öl entfernt man dadurch, daß man es von einem aus Filterpapier gedrehten Docht auffaugen läßt.

In das Öl bringt man eines der für Alterungsprüfungen vorgesehenen dünnen Glasrohre und stellt das Meßglas in die mit einem Führungsring versehene Eingabekammer unter gleichzeitigem Einrücken einer Stoppuhr. Etwa in der Kammer befindliche Vergasungsteile müssen entfernt werden. Hierauf streift man den Schlauch des dünnen Glasrohres so hoch über das freie Ende der Sauerstoffzuleitung, daß das Rohr etwa 1—2 mm vom Boden des Meßglases abgehoben wird. Genau nach einer Minute wird der Dreiwegehahn am Gebläse auf Durchgang zum Meßglas gestellt und bei Dieselmotoren und Heizölen nach 10, bei Schmierölen nach 15 Minuten zurückgedreht.

Man entnimmt nun unverzüglich dem heißen Öl mit dem Glasrohr, das man mit dem durch einen Stopfen verschlossenen Gummischlauch als Heber benutzt, 12 Tropfen und gibt sie in einen Stahlbecher. Mit diesen 12 Tropfen führt man die Bestimmung des Rückstandes bei 500° (R 500) durch (Untersuchung Nr. 17).

Nachdem das restliche Öl im Meßglas genügend abgekühlt ist (nach ungefähr 3 Minuten), füllt man das Meßglas bis zur oberen Ringmarke mit Normalbenzin auf, taucht das Glasrohr zwecks Ablösens des anhaftenden Oles mehrfach ein, nimmt es dann heraus, verschließt das Meßglas mit dem Daumen und schüttelt gut durch, bis alles Öl gelöst ist und läßt nun das Meßglas ruhig stehen.

Nach genau 15 Minuten wird die Höhe des Olschlammes in Teifstrichen abgelesen (Meßglas hinter die Beleuchtungseinrichtung des Zündwertprüfers halten und in der Aufsicht betrachten).

Es werden also zwei Werte bestimmt und angegeben, z. B.

R 500 2,
Schlammhöhe 1.

Bei der Beurteilung der Alterungsneigung ist die Art der sich bildenden Ausfällungen zu beachten. Dieselkraftstoffe mit gelblichen bis hellbraunen, groben Flocken sind wertvoller als solche mit dunkelbraunen bis schwarzen, feinkörnigen Niederschlägen.

23. Schnellverfahren für die Prüfung von Heizölen und Dieselkraftstoffen.

Das Schnellverfahren dient dazu, aus einer Reihe von Heizölen oder Dieselkraftstoffen möglichst schnell die am besten geeigneten Öle auszuwählen. Die Prüfung erfolgt nach folgenden Gesichtspunkten:

An brauchbare Öle aus Erdöl und Braunkohlenteer sind erfahrungsgemäß folgende Forderungen zu stellen:

		Heizöl	Dieseldkraftstoff
Szp	∞	280°	280°
Zu	∞	3	6
w	∞	4 s	4 s
R 350	∞	2	Spuren
R 500	∞	3	Spuren
v	∞	80 s	60 s
Sz	∞	10	33
A		—	R 500 (A) ≤ 3; Schlammhöhe ≤ 3.

Alle Öle, die diesen Mindestforderungen entsprechen, erhalten im Bordruck C, der dem Gerät beiliegt, ein +, alle anderen ein —. Wenn für Zu bereits ein Erfahrungswert für die fragliche Motorenanlage bzw. Kesselfeuerung vorliegt, stellt man die entsprechende Blasenahl ein. Diejenigen Öle, die mit dieser Blasenahl bei 280° nicht zünden, werden wegen der besonderen Bedeutung, die dem Zu zukommt, von vornherein ausgeschieden.

Das Schnellverfahren wird folgendermaßen durchgeführt:

1. Man stellt die Tiegeltemperatur auf genau 280° fest ein und gibt bei einer Blasenahl von 300 in der Minute der Reihe nach von allen zu prüfenden Ölen einen Tropfen in die Eingabekammer. Erfolgt mit einem Öl keine Zündung, so wiederholt man die Eingabe (siehe Untersuchung Nr. 11).

2. Nun wird bei der gleichen Temperatur von 280° eine Blasenahl von 46 bei Dieselloststoffen, von 92 bei Heizölen oder entsprechend dem geforderten unteren Zündwert — also 30, 40 usw. — eingestellt und die Prüfung wiederholt. Hat in der Versuchsreihe ein Öl dreimal nicht gezündet, so stellt man genau 290° ein und versucht nun, mit der eingestellten Blasenahl Zündung zu erhalten. Kommt es erneut zu Versagen, so stellt man genau 300° ein, um den letzten Versuch zu machen. Erst wenn jetzt gleichfalls keine Zündung erfolgt, trägt man in die entsprechende Spalte unter „Zu“ ein (siehe Untersuchung Nr. 12).

3. Dann wird die Tiegeltemperatur auf genau 300° fest eingestellt und mit 120 Bl./Min. der Zündverzög („w“) festgestellt (siehe Untersuchung Nr. 13).

4. Inzwischen sind von einem Gehilfen je 12 Tropfen eines jeden Öles in die mit Nummern versehenen Becher gegeben. Nach Abstellen des Sauerstoffes und Erreichung einer Temperatur von 350° werden die Becher der Reihe nach 5 Minuten lang in den Tiegel gegeben — bis zu 3 Becher gleichzeitig — und die Menge des innerhalb der 5 Minuten nicht verdampfenden festen Rückstandes ermittelt (siehe Untersuchung Nr. 18).

5. Nunmehr stellt man zur Bestimmung des Rückstandes bei 500° („R 500“) eine Tiegeltemperatur von 500° fest ein und gibt die vorher metallrein gefäulerten Becher mit je 12 Tropfen Öl für die Dauer von 2 Minuten in den Tiegel (siehe Untersuchung Nr. 17).

6. Während der Rückstandsbestimmung wird gleichzeitig die Verdampfungsdauer („v“) des Öles in dünner Schicht festgestellt (siehe Untersuchung Nr. 16).

7. Von dem Gehilfen sind inzwischen die vorgesehenen Meßgläser zur Ermittlung der Siedezahl („Sz“) mit je genau 3 ccm der Öle gefüllt. Bis zu 3 Gläser werden dann gleichzeitig für die Dauer von 4 Minuten der Temperatur von 500° ausgesetzt (siehe Untersuchung Nr. 19).

Wenn die Verhältnisse es gestatten, soll die Schnellmethode von 3 Personen ausgeführt werden. Von diesen führt eine die Untersuchung durch, während eine ausschließlich die genaue Einhaltung der verschiedenen Temperaturen und Sauerstoffblasenzahlen zu überwachen hat und die Versuchsergebnisse einträgt. Die dritte Person sorgt für reine Vergasungsteller, füllt die Becher und Meßgläser mit den Stoffen und leistet sonst Hilfe.

Bei Dieseldraftstoffen bestimmt man beim Schnellverfahren zuerst die Alterungsneigung (A). Man stellt hierbei die Tiegeltemperatur auf genau 250° fest ein, leitet 300 Blasen Sauerstoff in der Minute durch die Vorrichtung zur Bestimmung der Alterungsneigung, füllt in die Meßgläser je 1 cm³ der Kraftstoffe und verfährt wie unter 22 angegeben. Kraftstoffe, die in Normalbenzin sofort starke Ausfällungen zeigen, werden von der weiteren Untersuchung ausgeschlossen.

Geräteverzeichnis

(Die mit einem * bezeichneten Geräte können als Verbrauchsstoff angefordert werden.)

Anzahl	Geräte	wird gebraucht für Untersuchung Nr.
1	Farbtafel	2
*40	Reagenzgläser 16 Denog 30	1, 2, 7
1	Standzylinder für Bestimmung des spez. Gewichts	3
4	Spindeln (0,700—0,800; 0,800—0,900; 0,900—1,000; 1,000—1,100)	3
1	Temperaturmesser — 20 bis 100°	3, 7
1	Schnellviskosimeter nach Dallwitz-Begner, kompl.	4
4	Mischzylinder 100 E Denog 51	5
1	Bürette 25 mit Hahn, Denog 55	5
1	Federkammerstativ	5
2	Vollpipetten 20 Denog 53	5
2	weithalsige Erlenmeyerkolben 100 Denog 12	5
2	Mischzylinder 50 E Denog 51	6
1	Gerät zur Bestimmung des Wassers in Öl nach Ortel-Pflug	8
1	Tischschleuder	9
*6	Schleudergläser mit $\frac{1}{10}$ -cm ³ -Teilung	9
*10	ausgezogene Glasrohre (Glasheber)	9
2	Porzellandeckel (Uhrglasform), innen dunkelblau glasiert	9
1	Spülgefäß	10
1	Enghals-Flasche, 1000 cm ³ , mit Glasstopfen, Denog 35, mit Aufschrift: Alkohol, vergällt	5
1	Enghals-Flasche, 500 cm ³ , mit Glasstopfen, Denog 35, mit Aufschrift: alkoholische Kalilauge, $\frac{1}{10}$ normal	5
1	Pipettenflasche, 300 cm ³ , mit Aufschrift: Alkaliblau 6 B	5
1	Enghals-Flasche, 100 cm ³ , Denog 36, mit Glasstopfen, mit Aufschrift: Seewasser	6
1	Pipettenflasche, 100 cm ³ , mit Aufschrift: Salpetersäure 10%ig	9
1	Pipettenflasche, braun, 100 cm ³ , mit Aufschrift: Silbernitrat 10%ig	9
1	Enghals-Flasche, 1000 cm ³ , mit Glasstopfen, Denog 35, mit Aufschrift: Tetrachorkohlenstoff	10
1	Enghals-Flasche, 1000 cm ³ , mit Glasstopfen, Denog 35, mit Aufschrift: Reinigungsbenzol	allg.
1	Enghals-Flasche, 1000 cm ³ , mit Glasstopfen, Denog 35, mit Aufschrift: Normalbenzin	22
1	Blechtrichter mit Drahtsieb (Maschenweite 0,3 mm)	4
1	Trichter A 100 Denog 26	allg.
1	Gestell für 5 Reagenzgläser mit Zentimetermaß	1
*1	Blod Millimeterpapier DIN A 4, pausfähig	4
*50	Anhängezettel für Schmierölproben	
*50	Anhängezettel für Heizöle und Dieselkraftstoffe	

1 Zündwertprüfer nach Jenhsch.

Fest eingebaute Einzelteile:

- 1 Thermoelement mit Ablesegerät und Zusatztemperaturmesser.
- 1 Sauerstoffströmungsmesser.
- 1 Beleuchtungsanlage.
- 1 Beobachtungsspiegel.
- 1 Sicherheitslampe.
- 1 Feinstellventil.
- 1 Heizofen mit Schiebewiderstand, Kabel und Stecker.
- 1 Zündiegel mit Sauerstoffzuführung.
- 1 Sauerstofftrockner.
- 1 Gebläse.
- 1 Blasenähler.
- 1 Libelle.

Loose Einzelteile in Halterungen:

- 1 Stoppuhr.
- *6 Pipetten.
- *2 Glasstäbe.
- 1 Pinzette.
- 1 Erfahrohr für Trockner.
- *100 Vergasungsteller ohne Griff.
- 2 Vergasungsteller mit Griff.
- *6 kleine Reagenzgläser.
- 1 Doppeldrahtbürste.
- 2 Schlüssel.
- 1 Ständer für Reagenz- und Messgläser.
- 1 Halter zum Reinigen von Vergasungstellern.
- 1 Nomogramm zur Ermittlung von Vergleichszahlen für Dieselfkraftstoffe.
- 1 Nomogramm zur Ermittlung von Vergleichszahlen für Vergaserkraftstoffe.
- 1 Sauerstoff-Stahlflasche mit Ventil.

1 Flammpunktprüfer nach Jenhsch.

Bestehend aus:

- 1 Dreiflammenbrenner.
- 1 Gaserzeuger mit Zuleitungsschlauch.
- 8 Flammpunktbechern.
- 2 Zwischenstücke.
- 1 Temperaturmesser + 40 bis 160°.
- 1 Temperaturmesser von + 80 bis 260°.
- 1 Temperaturmesserhülse.

1 Gerät zur Rückstandsbestimmung.

Bestehend aus:

- 1 Bildskala mit Schieber.
- 6 Rückstandsbechern.
- 1 Lupe.
- 1 Krager.
- 1 Pinsel.
- 1 Verteiler

1 Gerät zur Bestimmung des Zelt-Siedeverlaufes.

Bestehend aus:

- 1 Meßbürette.
- *6 Siedegläser.
- 3 Einführinge.
- 1 Meßglashalter.

1 Gerät zur Bestimmung der Alterungsneigung.

Bestehend aus:

- 1 Sauerstoffzuführungsrohrstück mit Schlauch.
- *6 Einführungsrohre mit Schlauch und Stopfen.

1 Kasten für Zündwertprüfer-Zubehör, enthaltend:

- 1 Druckminderventil mit Zuleitungsrohr und 2 Verschraubungen.
- 1 Umfüllstutzen mit Druckmesser.
- 1 Gasentwädler mit Schlauch für Dreiflamm Brenner.
- *20 Meßgläser.
- *6 Sauerstoffeinleitungsrohren.
- 1 Schlüssel für Druckminderventil und Umfüllstutzen.
- *1 Dose Kalziumkarbid.
- *1 Dose Chlorkalzium (Erbsegröße).
- *1 Flasche Normalbenzin.
- *150 Vordrucke A.
- *150 " B.
- *150 " C.

Chemikalienverzeichnis

(Verbrauchsstoffe.)

Chemikalien	wird gebraucht für Untersuchung Nr.
Alkohol, vergällt (1% Petroleumbenzin)	5
Alkaliblauf 6B-Lösung 2%ig	5
alkoholische Kalilaug, $\frac{1}{10}$ normal	5
Seewasser	6
Spezial-Salzgemisch nach Ortel-Pflug, $\frac{1}{2}$ -kg-Flasche	8
Salpetersäure, 10%ig	9
Silbernitrat, 10%ig	9
Normalbenzin	22
Spülbenzol	allg.
Wassernachweispaste	10
Tetrachlorkohlenstoff	10
Kalziumkarbid	21
Chlorkalzium (Erbsegröße)	Zündwertpr.

Dieselmaschinen-Schmieröle

Werte für neue Öle und zulässige Grenzwerte für Betriebsöle

Eigenschaften des Schmieröles	Bestimmte nach Untersuchungsverfahren	Reines Mineralöl-Raffinat		
		Zylinderöl neu	Triebwerksöl neu	Grenzwert
Außere Merkmale	1	klar	klar	
Spez. Gewicht bei 20°	3	~ 0,90	~ 0,90	
Zähigkeit E bei 20°	4	~ 90	~ 60	
Zähigkeit E bei 50°	4	11,5—12,5	7,5—9,5	
Zähigkeit E bei 80°	4	~ 3,2	~ 2,7	
Zähigkeit E bei 100°	4	~ 2,1	~ 2,0	
Neutralisationszahl	5	≦ 0,14	≦ 0,14	3
Emulgierbarkeit	6	nicht emulgierend	nicht emulgierend	
Kälteverhalten (Stockpunkt)	7	bei - 5° noch fließend	bei - 10° noch fließend	
Wassergehalt	8	höchstens Spuren	höchstens Spuren	
Art des Wassers	9	kein Seewasser	kein Seewasser	
Selbstzündungspunkt	11	≧ 270°	≧ 270°	270°
Kennzündwert	15	≧ 3	≧ 3	5
Rückstand bei 500°	17	0	0	4
Flammpunkt (n. S.)*	21	≧ 175°	≧ 175°	
Flammpunkt (D.B.M.)*		200°	≧ 200°	
Alterungsneigung	22	R 500 < 3 Schlammhöhe < 3	R 500 < 3 Schlammhöhe < 3	

*) Der Flammpunkt nach D.B.M. (Deutscher Verband für die Materialprüfungen der Technik) entspricht der handelsüblichen Kennzeichnung der Öle und ist daher bei Ölbestellungen in Auslandshäfen zu fordern. Die Nachprüfung an Bord erfolgt mit dem Flammpunktgerät des Zündwertprüfers. Zur Beobachtung der Schmierölverdünnung kommt nur die letztere Bestimmungsart in Frage.

Anlage 2

Dampfturbinen-Schmieröle

Werte für neue Öle und zulässige Grenzwerte für Betriebsöle

Eigenschaften des Schmieröles	Festigkeit nach Untersuchungs- verfahren	Reines Mineralöl-Raffinat			
		Turbinen für direkten Antrieb		Getriebe-Turbinen	
		neu	Grenz- wert	neu	Grenzwert
Außere Merkmale	1	klar		klar	
Spez. Gewicht bei 20° .	3	≅ 0,93		~ 0,90	
Zähigkeit E bei 20° . . .	4	~ 10		~ 28	
Zähigkeit E bei 50° . . .	4	2,5—4,0		5—6,5	
Zähigkeit E bei 80° . . .	4	~ 1,8		~ 2,0	
Zähigkeit E bei 100° . .	4	~ 1,4		~ 1,5	
Neutralisationszahl . . .	5	≅ 0,14	3	≅ 0,14	3
Emulgierbarkeit	6	nicht emulgierend		nicht emul- gierend	
Kälteverhalten (Stoßpunkt)	7	≅ -5°		≅ -5°	
Wassergehalt	8	höchstens Spuren		höchstens Spuren	
Art des Wassers	9	kein Seewasser		kein Seewasser	
Selbstzündungspunkt . .	11	≅ 250°	250°	≅ 270° ≅ 250°	≅ 270° > 20 atü ≅ 250° ≅ 20 atü
Kennzündwert	15	≅ 5	7	≅ 3 ≅ 5	≅ 5 > 20 atü ≅ 7 ≅ 20 atü
Rückstand bei 500° . . .	17	0	4	0	4
Flammpunkt (n. I.)* . .	21	≅ 165°		≅ 165°	
Flammpunkt (DWM)* . .		≅ 190°		≅ 190°	
Alterungsneigung	22	R 500 : 3 < 3 Schlamm- höhe < 3		R 500 : < 3 Schlamm- höhe < 3	

*) Siehe Bemerkung zu Anlage 1.

Dampfkolbenmaschinen-Schmieröle

Werte für neue Öle und zulässige Grenzwerte für Betriebsöle

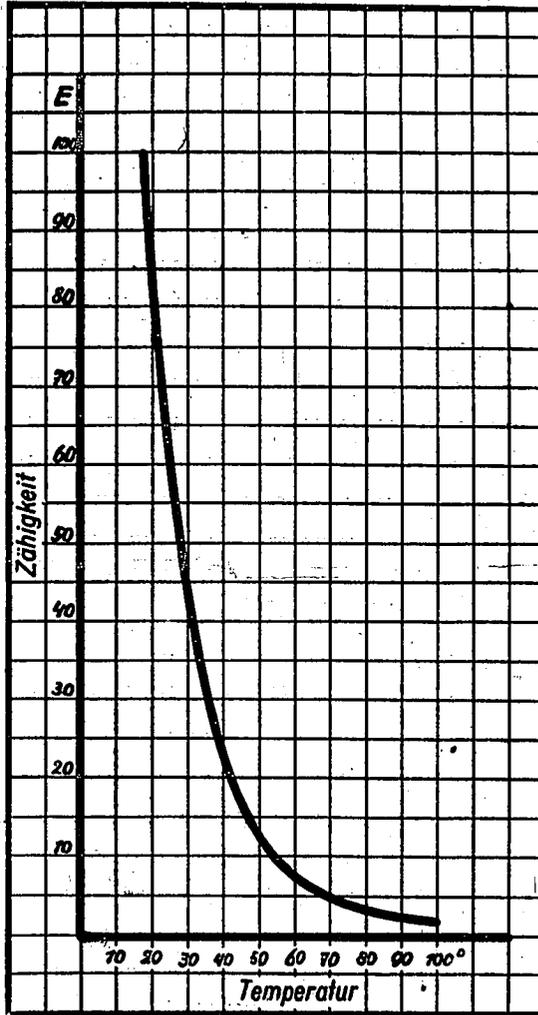
Eigenschaften des Schmieröles	Eigenschaft nach Untersuchungs- verfahren	Reines Mineralöl-Raffinat			Triebwerks- öl für Ver- brauchs- schmierung	
		Satt- dampf- zylinderöl	Heiß- dampf- zylinderöl	Triebwerksöl für Umlaufdrucköl- schmierung neu		Grenz- wert
Außere Merkmale	1	Klar	Klar	Klar		Klar
Spez.-Gewicht bei 20° ..	3	≧ 0,95	≧ 0,95	≧ 0,94		≧ 0,94
Zähigkeit E bei 20° ...	4			~ 30		~ 34
Zähigkeit E bei 50° ...	4			5-7		6-7
Zähigkeit E bei 80° ...	4			~ 2,3		~ 2
Zähigkeit E bei 100° ..	4	> 4,5	> 8	~ 1,7		~ 1,5
Neutralisationszahl ...	5	≧ 0,14	≧ 0,14	≧ 0,14	3	≧ 2,8
Kälteverhalten (Stoßpunkt)	7	≧ + 5°	≧ + 5°	≧ - 10°		≧ - 10°
Wassergehalt	8	höchstens Spuren	höchstens Spuren	höchstens Spuren		höchstens Spuren
Art des Wassers	9	kein Seewasser	kein Seewasser	kein Seewasser		kein Seewasser
Selbstzündungspunkt ..	11	≧ 280°	≧ 280°	≧ 270°	270°	≧ 250°
Renngündwert	15	≧ 5	≧ 3	≧ 3	5	≧ 5
Rückstand bei 500° ...	17	0	≧ 2	0	4	0
Flammpunkt (n. J.)* ..	21	≧ 265°	≧ 300°	≧ 155°		≧ 155°
Flammpunkt (D.M.)* ..		≧ 285°	≧ 335°	≧ 185°		≧ 180°
Alterungsneigung	22	R 500 ≧ 3 Schlamm- höhe ≧ 3	R 500 ≧ 3 Schlamm- höhe ≧ 3	R 500 ≧ 3 Schlamm- höhe ≧ 3		R 500 ≧ 3 Schlamm- höhe ≧ 3

*) Siehe Bemerkung zu Anlage 1.

Anlage 4

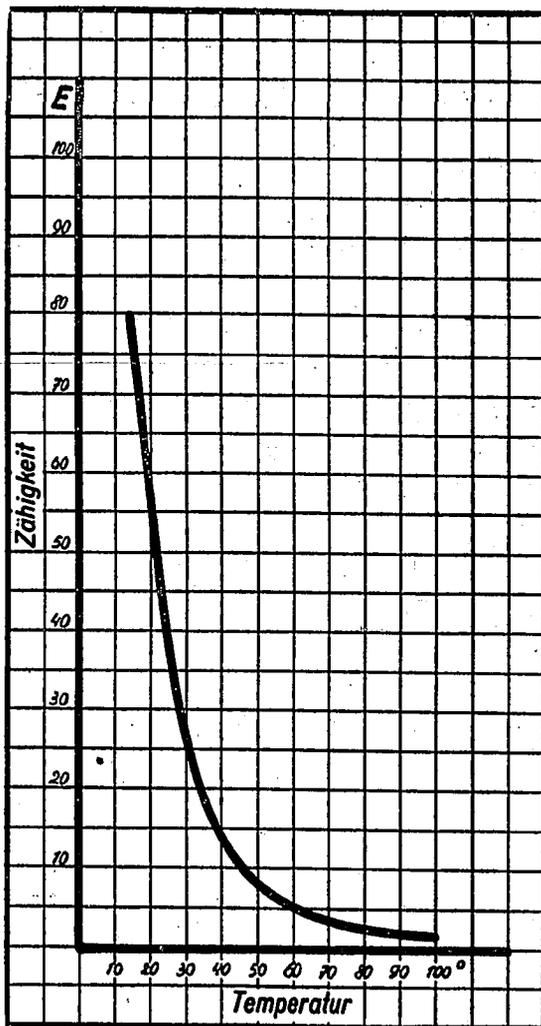
Schmieröle für Regelanlagen
Werte für neue Öle und zulässige Grenzwerte für Betriebsöle

Eigenschaften des Schmieröles	Festgestellt nach Untersuchungsverfahren	Regelöl Meines Mineralöl-Raffinat
Außere Merkmale	1	Klar
Spez. Gewicht bei 20°	3	0,9
Zähigkeit E bei 20°	4	20 13
Zähigkeit E bei 50°	4	3,8 3
Zähigkeit E bei 80°	4	1,8 1,63
Zähigkeit E bei 100°	4	1,5 1,37
Neutralisationszahl	5	0,028
Kälteverhalten (Stoßpunkt)	7	— 20
Wassergehalt	8	0

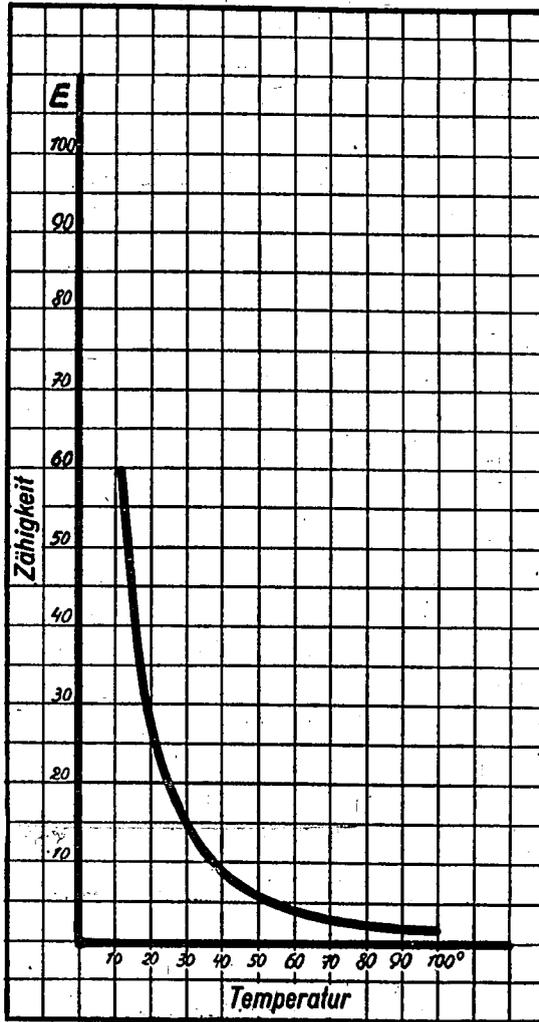


Temperatur-Zähigkeitskurve für Dieselmotoren-Zylinderöl.

Anlage 6

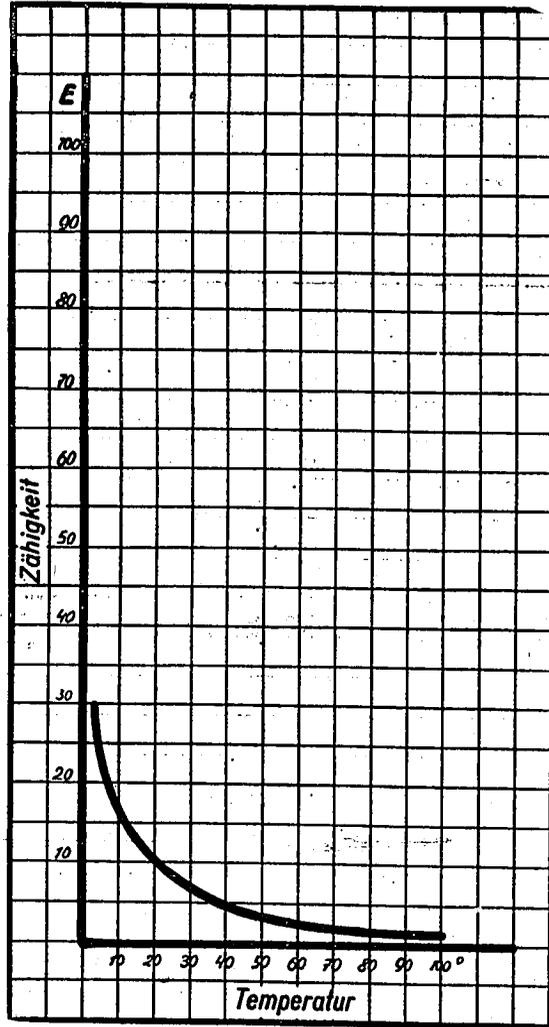


Temperatur-Zähigkeitskurve für Dieselmotoren-Triebwerksöl.

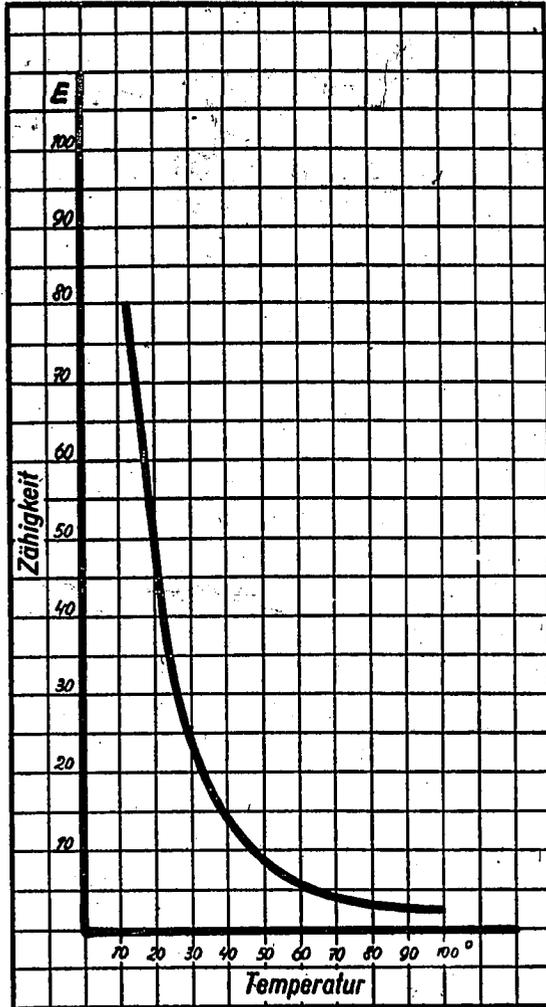


Temperatur-Zähigkeitskurve für Schmieröl für Getriebedampfturbinen.

Beilage 6

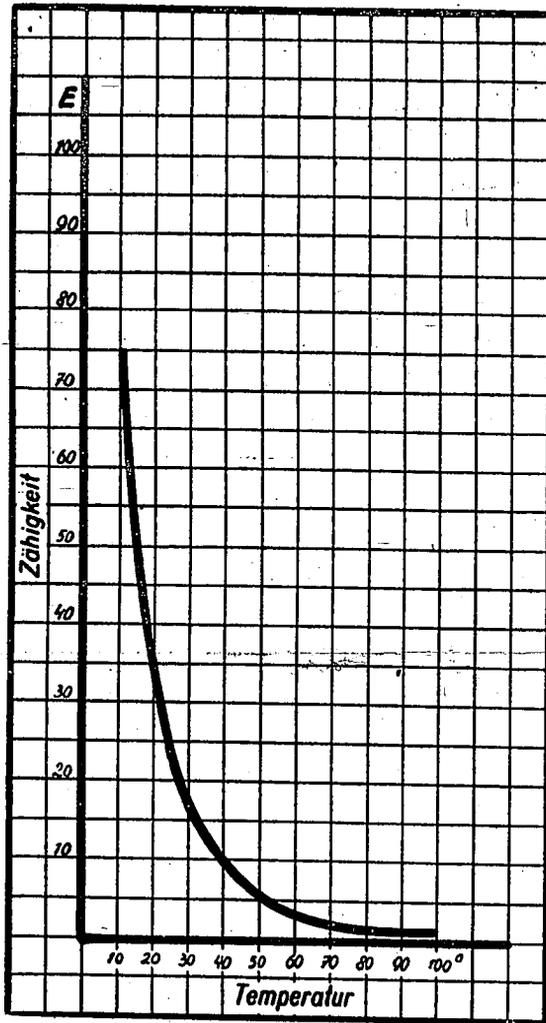


Temperatur-Zähigkeitskurve für Schmieröl für Dampfturbinen mit direktem Antrieb.

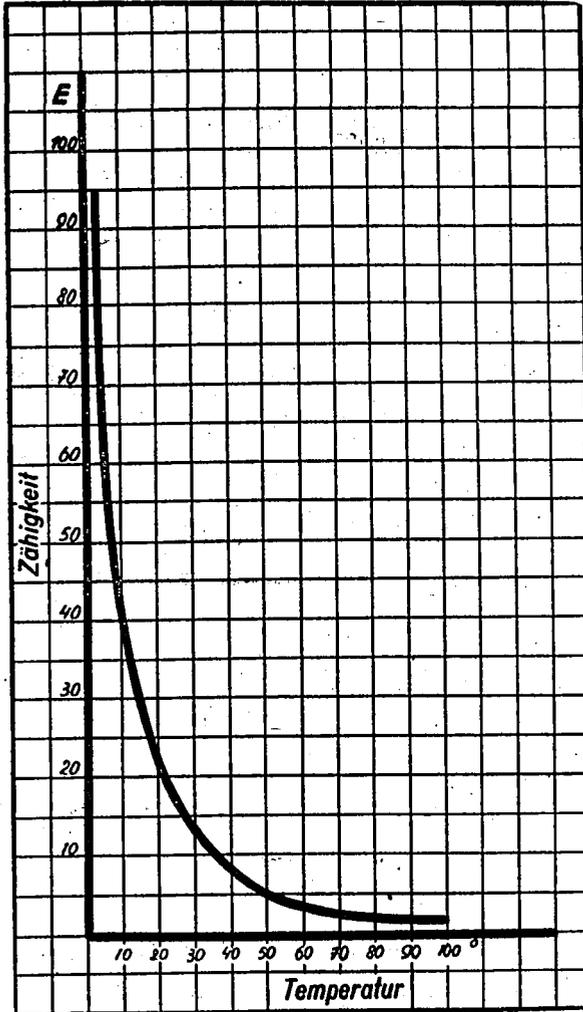


Temperatur-Zähigkeitskurve für Dampfzylindermaschinen-Schmieröl für Umlaufdruckölschmierung (reines Mineralöl).

Anlage 10



Temperatur-Zähigkeitskurve für Dampfzylindermaschinen-Schmieröl (Mischöl).



Temperatur-Zähigkeitskurve für Regelöl.

Anlage 12

Technische Bedingungen für Schmierfett

(Mindestforderungen ohne Toleranz.)

Beschaffenheit.

1. **Fettorten.** Das Schmierfett soll ein aus Öl, unter Zusatz von Kalt-, Natron- oder Kaliseife hergestelltes, naturfarbendes konsistentes Fett ohne Beimischung von Füll- und Farbstoffen sein. Sollten nicht reine Mineralöle verwendet sein, so ist anzugeben, welchen Gehalt an anderen Ölen das Fett hat.
2. **Konsistenz.** Bei Zimmertemperatur: Salbenartige gleichmäßige Beschaffenheit.
Bei minus 15° C noch nicht paraffinartig fest (muß sich noch gut aus einer Fettbüchse herausdrücken lassen). Nach monatelangem Lagern: keine Entmischung oder Ababscheidung.
3. **Seifengehalt.** Nicht unter 5% (nach oben hin wird der Seifengehalt nicht beschränkt, wird jedoch bedingt durch die Konsistenz.
4. **Fließbeginn.** Nicht unter 65° C (nach Abbelohde).
5. **Tropfpunkt.** Nicht unter 80° C (nach Abbelohde).
6. **Alkaligehalt.** Das Fett muß neutral oder schwach alkalisch reagieren.
7. **Reinheit.**
 - a) nicht über 5% Wasser,
 - b) nicht über 5% Asche,
 - c) nicht über 0% Mineralsäure,
 - d) nicht über 0% freie organische Säure.

(Ein blankes, trockenes, mit Schmierfett bestrichenes Eisenblech darf nach achttägigem Lagern in feuchter Luft keine Rost- oder Uferscheinungen zeigen.)

Muster c für

Schmieröl-Überwachungsbuch

Für jede Haupt- und Hilfsmaschine ^{x7} ein besonderes Blatt
mit Schmierölkreislauf

Schmieröluntersuchung									
Schiff:	Ölmarke:	Blatt Nr. 							
Maschine:	Zähigkeit bei 50°:								
	Umlaufmenge in Str.:								
Tag									
Blatt Nr. und Lfd. Nr. aus Muster a oder b									
Äußere Merkmale									
Farbe									
Zähigkeit E bei 20°									
Zähigkeit E bei 50°									
Zähigkeit E bei 80°									
Zähigkeit E bei 100°									
Neutralisationszahl									
Emulgierbarkeit n. d. Sch.									
Wassergehalt									
Art des Wassers									
Selbstzündungspunkt									
Kennzündwert									
Rückstand bei 500°									
Flammpunkt (n. S.)*									

Bemerkungen:

Anlage 16

Heizöle

Eigenschaften der Heizöle	festgestellt nach Untersuchungs- verfahren	Erdöle und Braun- kohlenöle		Steinkohlen- teeröle für beide Kesselarten gleich
		Schulz-Marine- kessel	Hochdruck-Heiß- dampfkessel	
Selbstzündungspunkt	11	≧ 300°	≧ 280°	500–600°
Unterer Zündwert	12	≧ 3	≧ 3	2–5
Oberer Zündwert	14			~ 650°
Kennzündwert	15	≧ 3	≧ 3	0,4–0,7
Zündverzug bei 300°	13	≧ 8 s	≧ 4 s	
Rückstand bei 350°	18	≧ 3	≧ 2	< 3
Rückstand bei 500°	17	≧ 3	≧ 2	< 3
Verdampfungsdauer in dünner Schicht	16	≧ 80 s	≧ 80 s	< 60 s
Siedezeit bei 500°	19	≧ 10	≧ 30	> 30
Spez. Gewicht bei 20°	3	(Erdöle 0,89–0,91 Braunkohlenöle 0,93–0,98)		~ 1,05
Zähigkeit E bei 20°	4	(Erdöle ≧ 10 E Braunkohlenöle ~ 2–4 E)		1,5–3 E
Flammpunkt (n. J.)*	21	etwa 75°, nicht unter 65°		≧ 70°
Flammpunkt (D.M.)*	—	etwa 90°, nicht unter 80°		

Heizöle aus Steinkohlenteer zeigen also (auf Grund ihrer chemischen Zusammensetzung) völlig abweichende Eigenschaften im Zündwertprüfer gegenüber guten Heizölen aus Erdöl und Braunkohlen. Ungünstiger sind die Zünd-eigenschaften, günstiger die Verdampfungszeiten.

*) Siehe Bemerkung zu Anlage 1.

Dieselkraftstoffe aus Erdöl und Braunkohlendöl

Eigenschaften der Dieselkraftstoffe	festgelegt nach Untersuchungs- verfahren	Langsamläufer nur bis 200/min	Mittelläufer nur bis 500/min	Schnelläufer nur über 500/min
Selbstzündungspunkt	11	≧ 300°	≧ 300°	≧ 280°
Unterer Zündwert	12	≧ 6	≧ 6	≧ 8
Kennzündwert	15	≧ 6	≧ 6	≧ 8
Zündverzug bei 300°	13	≧ 4 s	≧ 4 s	≧ 4 s
Rückstand bei 350°	18	≧ 3	≧ 2	≧ Spuren
Rückstand bei 500°	17	≧ 3	≧ 2	≧ Spuren
Verdampfungsbauer in dünner Schicht	16	≧ 80 s	≧ 60	≧ 60
Siedezahl bei 500°	19	≧ 10	≧ 10	≧ 40
Vergleichszahl n. 3.		≧ 20	≧ 34	≧ 44
Spez. Gewicht bei 20°	3	{ Erdöle 0,83—0,89 { Braunkohlendöl 0,89—0,91		
Zähigkeit bei 20°	4	~ 2		
Flammpunkt (n. 3.)	21	≧ 65°		
Wassergehalt	8	≧ 0,5 %		
Alterungsneigung	22	R 500 < 3; Schlammhöhe < 3		

Anlage 16

Bedeutung der Werte für Heizöle und Dieselkraftstoffe

Kennwert	Dieselmkraftstoffe	Heizöle
1. Selbstzündungspunkt (Szp)	Je niedriger, desto früher erfolgt die Zündung	desgl.
2. Unterer Zündwert (Zu) und Kennzündwert (Zk)	Je höher, desto geringer ist der Luftbedarf und desto größer ist die Zündneigung	desgl.
3. Zündverzug (w)	Je kürzer, desto schneller zündet das Öl (Schnellläufer verlangen kurzen Zündverzug)	desgl. (Hilfskessel und andere Kessel mit kurzen Feuerungen verlangen kurzen Zündverzug)
4. Rückstände (R 500 u. R 350) und Alterungswert (A)	Je geringer die Rückstände, desto geringer die Neigung zur Schlamm- bildung in Filtern, Rohr- leitungen und Behältern, zu Düsenverstopfungen, zu Koksablagerungen u. zum Aschenflug	desgl.
5. Verdampfungsdauer (v) und Siedezahl (Sz)	Je kürzer die Verdamp- fungsdauer in dünner Schicht und je höher die Siedezahl, desto schneller bilden sich im Motor die Dämpfe- und -dämpfe, und desto schneller erfolgt die Durchzündung und Ver- brennung (Schnellläufer verlangen kurze Verdamp- fungsdauer u. hohe Siede- zahlen)	desgl. (Hilfskessel und andere Kessel mit kurzen Feuerungen verlangen kurze Verdampfungsdauer und hohe Siedezahlen)

Bei Nichterfüllung der Forderungen unter 2 kann es zum Schwarzqualmen und zum Stillstand von Motoren kommen, während bei der Verwendung von Treib- und Heizölen, die den Forderungen unter 1, 3 und 5 nicht entsprechen, Weißqualmen, hohe Abgastemperaturen und hohe Brennstoffverbräuche auf- treten können.

Vergaserkraftstoffe

Verdichtungsdruck	bis 4 atü	bis 5 atü	bis 7 atü	über 7 atü
Selbstzündungspunkt ..	270—300°	270—300°	270—320°	270—320°
Unterer Zündwert	4,5—6	3,5—4,5	2,5—3,5	unter 2,5
Kennzündwert	4,5—6	3,5—4,5	2,5—3,5	unter 2,5
Zündverzug bei 320° .	über 2 s	über 2 s	über 3 s	über 3 s
Rückstand bei 300° ...	kein R	kein R	kein R	kein R
Siedezahl bei 300° ...	über 40	über 40	über 40	über 60
Vergleichszahl n. S. ...	50—60	60—75	75—85	über 85

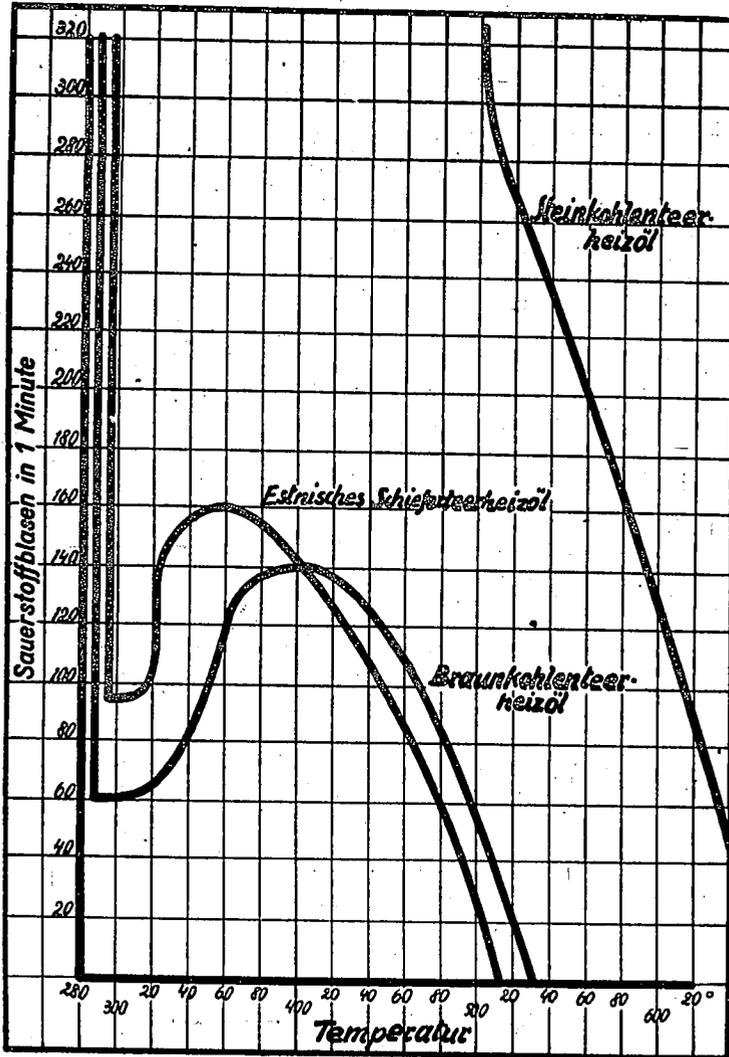
Außere Merkmale: klar, wasserhell (ausgenommen die gefärbten Kraftstoffe), auf der Handfläche rasch und restlos verdunstend.

Spezifisches Gewicht

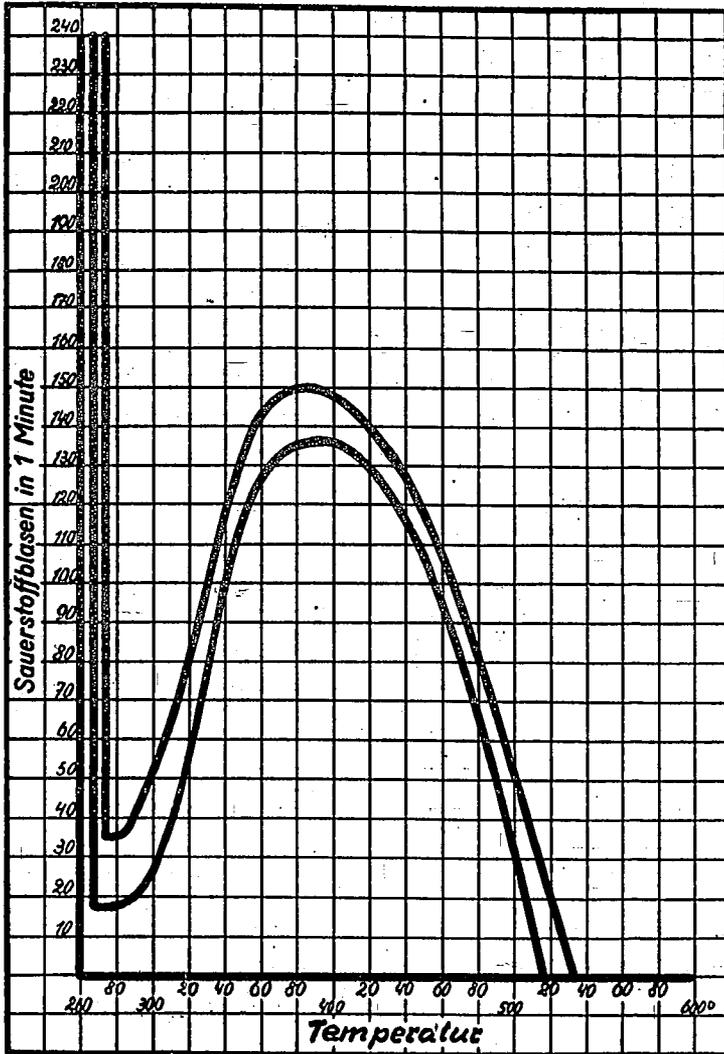
bei 20°: Benzin 0,71—0,81; Benzol 0,87—0,88; Alkohol 0,80; Gemische um 0,79; Monopolin 0,74.

Bemerkung: Unter Verdichtungsdruck ist der bei abgestellter Brennstoffzufuhr mit dem Indikator gemessene Höchstdruck im Zylinder zu verstehen, nicht das Verdichtungsverhältnis.

Zufüge 20

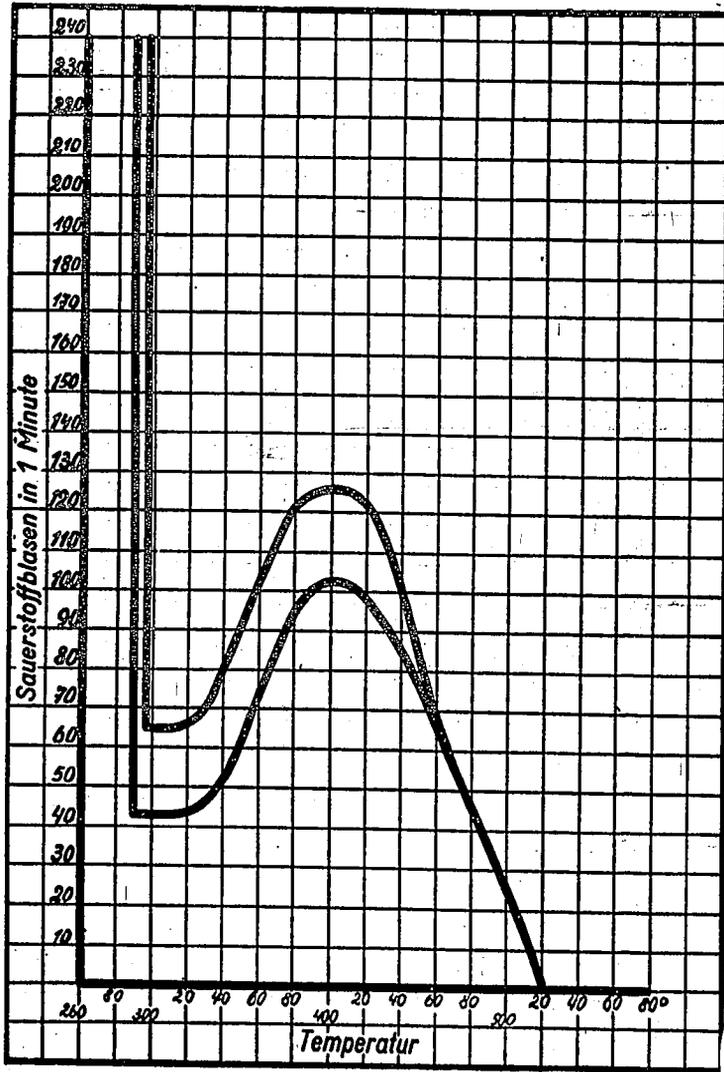


Selbstzündungskurven von Heizölen aus Braunkohlenteer, Schieferteeer und Steinkohlenteer.

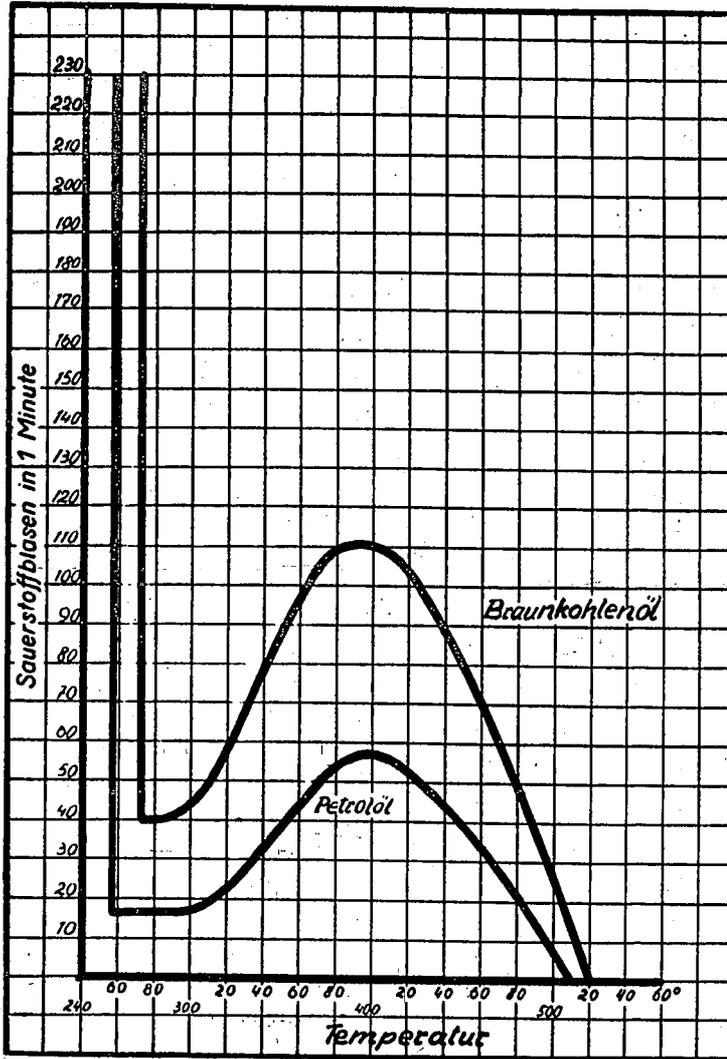


Selbstzündungskurven von Heizölen aus Erdöl.

Anlage 22

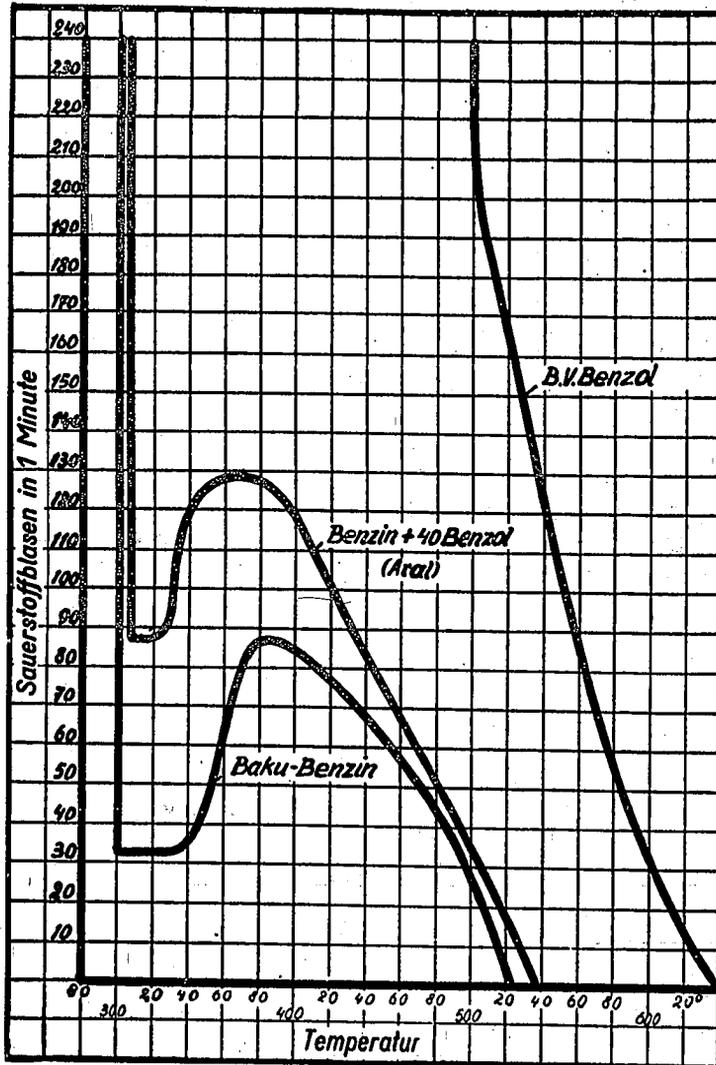


Selbstzündungskurven von Heizölen.
Gemisch: Braunkohlenteeröl + Ebenheizöl 1 : 1.



Selbstzündungskurven von Dieselkraftstoffen.

Anlage 24



Selbstzündungskurven von Vergaserkraftstoffen.

Muster a für
Überwachungsbuch der Heizöle und Kraftstoffe
 für Heizöl, Diesel- und Vergaserkraftstoffe je ein besonderes Blatt

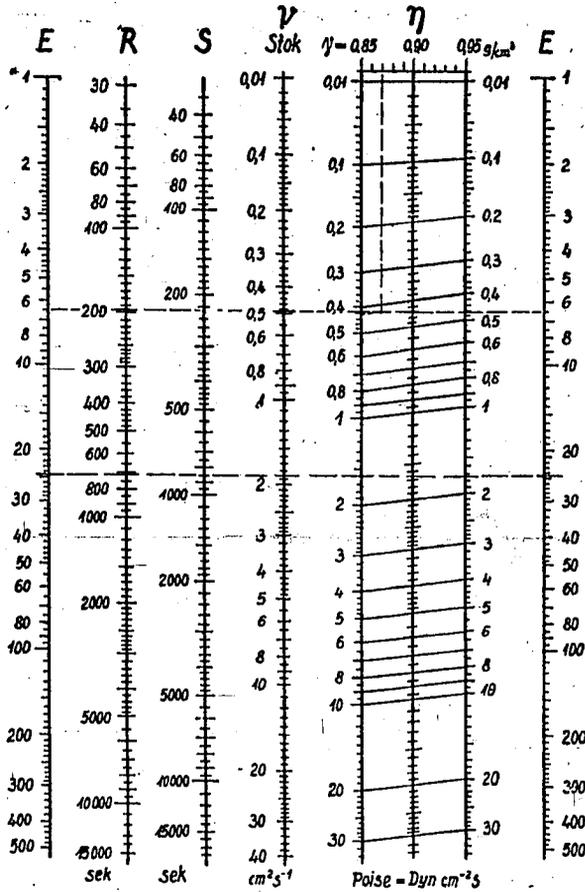
Heizöl- und Kraftstoff-Betriebsüberwachung		Blatt Nr.
Schiff:	Art des Öles:	
Kessel bzw. Motor:	Ölmarke:	

1	2	3	4	5	6	7	8
Laufende Nr.	Tag	Uhrzeit	Befund	Probe für große Unter- suchung entnommen	Ergebnis einge- tragen auf Blatt	Übereinstimmung zwischen Betrieb und Untersuchung= ergebnis bei Übernahme	Bemerkungen

**Muster c für
Überwachungsbuch der Heizöle und Kraftstoffe
für Heizöl, Diesel- und Vergaserkraftstoffe je ein besonderes Blatt**

Heizöl- und Kraftstoff-Untersuchung						
Schiff:	Art des Dies:		Blatt Nr. 			
Bestimmt für: (Kessel, Hauptmotor, Diesel & Maschinen usw.)	Stmarke:					
Tag						
Blatt Nr. u. Lfd. Nr. aus Muster a oder b						
Entnahmestelle						
Kurzüntersuchung oder vollst. Untersuchung						
Äußere Merkmale						
Farbe						
Spez. Gewicht bei 20°						
Zähigkeit E bei 20°						
Wassergehalt						
Selbstzündungspunkt						
Unterer Zündwert						
Zündverzug bei 300°						
Kennzündwert						
Verdampfungsdauer in dünner Schicht						
Rückstand bei 500°						
Rückstand bei 350°						
Siedezahl						
Flammpunkt (n. J.)						
Alterungsneigung Vergleichszahl n. J.						
Bewertung						
Bemerkungen						

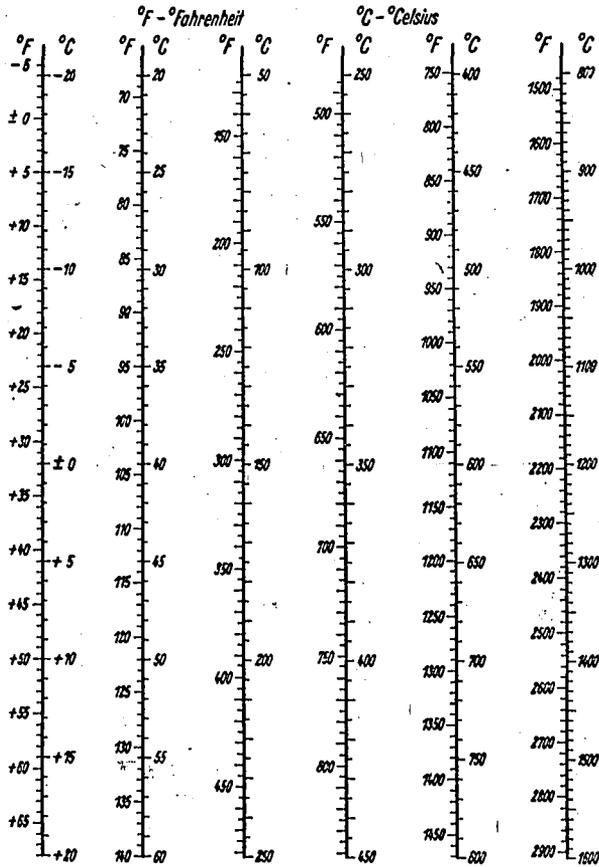
Zähigkeitsgrad von Ölen



Zähigkeitsmaße.

E = Englergrade; R = Redwood-Standard-Sekunden; S = Saybolt-Universal-Sekunden; ν = Stokes-kinematische Zähigkeit; η = Poissendynamische Zähigkeit.

Die Sekundenzahlen in der „Redwood-Admiralty“- bzw. „Saybolt-Furot“-Einheit (für zähe Öle, z. B. Heizöle) sind für dasselbe Öl etwa 10mal kleiner.



Temperaturmaße.

JUN 29 1945

REC'D.....

TIIC L.F. & L. S-C.