

April 1938

~~24~~

Wifo Glasstein

Bauvorschriften für Flugmotoren (BVM)

3979-30/WIFO-10

Prüfvorschriften für Flugmotoren-
Kraftstoffe
zur Verwendung in Otto-Motoren

Ausgabe April 1938.

Reichsluftfahrtministerium
Technisches Amt,

Zu beziehen bei:
Zentrale für wissenschaftliches Berichtswesen (ZWB)
bei der DVL, Berlin-Adlershof, Rudower Chaussee 16/25.

Bauvorschriften für Flugmotoren (BVM)

Prüfvorschriften für Flugmotoren-
Kraftstoffe
zur Verwendung in Otto-Motoren

3979-30/WIFO-10

Ausgabe April 1938

Bekanntmachung über Inkraftsetzung der Bauvorschriften für Flugmotoren (BVM) »Prüfvorschriften für Flugmotoren-Kraftstoffe zur Verwendung in Otto-Motoren« vom April 1938

Auf Grund des § 17 des Luftverkehrsgesetzes¹⁾ in der Fassung der Bekanntmachung vom 21. August 1936 (RGBl. I S. 653 ff.)²⁾ und auf Grund der Verordnung über die Bau- und Prüfvorschriften für Luftfahrzeuge vom 15. März 1935 (Reichsministerialblatt S. 116)³⁾ werden die nachstehend auf S. 371 abgedruckten Bauvorschriften für Flugmotoren »Prüfvorschriften für Flugmotoren-Kraftstoffe zur Verwendung in Otto-Motoren«⁴⁾ mit sofortiger Wirkung in Kraft gesetzt.

Berlin, den 6. April 1938.

Der Reichsminister der Luftfahrt

Im Auftrag:

Udet

(I.C. II. 22842/38 II. 8b.)

¹⁾ Vgl. NFL 56/56. I. S. 620.

²⁾ Vgl. NFL 56/56. I. S. 615.

³⁾ Vgl. NFL 55/15-16. 7. S. 150.

⁴⁾ Sonderdrucke der »Prüfvorschriften für Flugmotoren-Kraftstoffe zur Verwendung in Otto-Motoren« können bei der Zentrale für wissenschaftliches Berichtswesen (ZWB) bei der DVL, Berlin-Adlershof, Rudower Chaussee 16/25, bezogen werden.

Inhaltsangabe

Teil I

Allgemeines

A. Allgemeines über die Vorschriften

- 7001 I. Art der Vorschriften
- 7005 II. Anwendungsbereich der Vorschriften
- 7010 III. Abweichungen von den Vorschriften

B. Prüfungen

- 7015 bis 7017 I. Allgemeines
- 7020 II. Arten und Reihenfolge der Prüfungen
- 7025 III. Umfang der Prüfungen
- 7030 IV. Übertragbarkeit der Prüfungsergebnisse

Teil II

Laboratoriums-Prüfverfahren

7050 A. Probenahme

7055 B. Spezifisches Gewicht

7060 C. Brechungsvermögen

D. Klopfestigkeit

- 7070 bis 7073 I. Allgemeines
- 7080 bis 7084 II. Bestimmung der Klopfestigkeit mit dem CFR-Motor nach dem Motor-Verfahren
- 7090 bis 7094 III. Bestimmung der Klopfestigkeit mit dem I.C. - Prüfmotor nach dem Motor-Verfahren

7100 bis 7112 E. Siedeverhalten

7130 bis 7138 F. Dampfdruck nach Reid

7150 G. Kristallisationsbeginn

H. Gehalt an verharzenden Bestandteilen

I. Vorgebildetes Harz

7165, 7166 II. Neugebildetes Harz

7180 J. Neutralisationszahl

7190, 7191 K. Schwefelgehalt

7200 L. Korrosion

7210 bis 7212 M. Gehalt an Alkohol und anderen Zusätzen

7220 N. Bestimmung der Jodzahl nach Hanus

Teil I

Allgemeines

A. Allgemeines über die Vorschriften.

7001 I. Art der Vorschriften.

Die nachstehenden Vorschriften sind aus den bisher bei der Prüfung und Verwendung von Flugmotoren-Kraftstoffen in Otto-Motoren gesammelten Erfahrungen entstanden.

Die Vorschriften können jederzeit neueren Erkenntnissen entsprechend umgestaltet werden.

7005 II. Anwendungsbereich der Vorschriften.

Die Vorschriften sind zur Prüfung der Flugmotoren-Kraftstoffe auf Verwendbarkeit in Otto-Motoren anzuwenden.

7010 III Abweichungen von den Vorschriften.

Abweichungen von den Vorschriften können bei der Prüfung zugelassen oder verlangt werden, wenn sie

- a) auf Grund einwandfreier Erkenntnisse als berechtigt oder
- b) aus Sicherheitsgründen als erforderlich anzusehen sind.

B. Prüfungen.

I. Allgemeines.

7015 Sämtliche Prüfungen sind bei der Prüfstelle unter deren Aufsicht durchzuführen.

7016 Unter Prüfstelle ist hier und im folgenden die vom Reichsminister der Luftfahrt bestimmte Stelle (s. § 1 der Prüfordnung für Luftfahrtgerät vom 21. August 1936) zu verstehen.

7017 Sofern die Prüfungen ganz oder teilweise beim Antragsteller oder dritten Stellen durchgeführt werden sollen, oder auf vorhandene Ergebnisse des Antragstellers oder dritter Stellen zurückgegriffen werden soll, bedarf dies der besonderen Genehmigung durch die Prüfstelle.

7020 II. Arten und Reihenfolge der Prüfungen.

Die Prüfung eines Flugmotoren-Kraftstoffes auf seine Verwendbarkeit in einem bestimmten Muster von Otto-Motoren (s. 7005) ist in drei Prüfungsarten in der nachstehend angegebenen Reihenfolge vorzunehmen:

- a) Laboratoriumsprüfung einschl. Klopfestigkeitsprüfung.
- b) Prüfstandserprobung in dem betr. Motormuster während einer Dauer von 100 Stunden und
- c) Flugerprobung mit demselben Motormuster wie unter b) während einer Dauer von 100 Stunden.

Die Durchführung der Erprobung unter b) und c) ist erst dann zulässig, wenn der zu prüfende Kraftstoff in den vorangegangenen Prüfungen — a) bzw. a) und b) — den gestellten Anforderungen genügt hat.

Auf die Durchführung einer neuen Laboratoriumsprüfung nach 7020/a kann ganz oder teilweise verzichtet werden, wenn nachgewiesen wird, daß für den neu zu prüfenden Kraftstoff bereits eine Laboratoriumsprüfung nach 7020/a stattgefunden hat.

7025

III. Umfang der Prüfungen.

- a) Zu den Prüfungen sind die in den vorliegenden Vorschriften enthaltenen Prüfverfahren anzuwenden (s. 7001 und 7010).
- b) Welche der in den vorliegenden Vorschriften enthaltenen Prüfverfahren jeweils anzuwenden sind, setzt die Prüfstelle von Fall zu Fall fest.
- c) Außer den von der Prüfstelle festgesetzten Prüfverfahren (s. 7025/b) sind auf Verlangen des Antragstellers auch noch andere der in den vorliegenden Vorschriften enthaltenen Prüfverfahren anzuwenden.

7030

IV. Übertragbarkeit der Prüfungsergebnisse.

- a) Die Übertragung der Ergebnisse einer Kraftstoff-Erprobung im Flugmotor (s. 7020/b und /c) von einem Motormuster auf ein anderes ist nur mit Genehmigung der Prüfstelle statthaft.
- b) Der Ersatz eines in einem Motormuster bewährten Kraftstoffes durch einen anderen Kraftstoff mit gleichen Ergebnissen in der Laboratoriumsprüfung (s. 7020/a) ist ohne erneute Erprobung im Flugmotor (s. 7020/b) und /c) nur mit Genehmigung der Prüfstelle zulässig.

Teil II

Laboratoriums-Prüfverfahren

7050 **A. Probenahme.**

Die Art der Probenahme ist im Einvernehmen mit der Prüfstelle von Fall zu Fall festzusetzen.

7055 **B. Spezifisches Gewicht** s. DIN DVM 5655.

7060 **C. Brechungsvermögen.**

Die Bestimmung des Brechungsvermögens erfolgt mit dem Zeiss-Refraktometer für die Zucker- und Ölindustrie.

D. Klopfbarkeit.

I. Allgemeines.

7070 **Oktanzahl.**

Das Maß der Klopfbarkeit ist die Oktanzahl (O.Z.), d. h. der Raumteil Iso-Oktan (in v. H.) eines Iso-Oktan- und n-Heptan-Gemisches, das bei der Prüfung nach dem Motor-Verfahren dieselbe Klopfbarkeit besitzt, wie sie der zu prüfende Kraftstoff aufweist.

Bei der Angabe der Oktanzahl ist die Kennzeichnung des Prüfverfahrens (z. B. CFR-Motor-Verfahren oder I.G.-Motor-Verfahren) der Oktanzahl beizufügen.

7071 **Bezugskraftstoffe.**

a) Ur-Bezugskraftstoffe.

Als Ur-Bezugskraftstoffe werden Iso-Oktan (2,2,4-Trimethylpentan) und n-Heptan verwendet.

b) Unter-Bezugskraftstoffe.

Da die zur Eichung erforderlichen Gemische von Iso-Oktan und n-Heptan teuer sind, können für betriebmäßige Bestimmungen Unter-Bezugskraftstoffe verwendet werden. Einer dieser Bezugskraftstoffe soll eine geringe Klopfneigung und der andere eine hohe Klopfneigung haben. Die Unter-Bezugskraftstoffe sollen mit Iso-Oktan und n-Heptan genügend oft geeicht werden, um die Genauigkeit der Prüfung zu gewährleisten.

Unabhängig davon, ob ein Kraftstoff mit solchen Unter-Bezugskraftstoffen oder mit Iso-Oktan und n-Heptan geprüft wird, soll das Ergebnis in allen Fällen in Oktanzahlen ausgedrückt werden.

7072 **Allgemeines über das Motor-Verfahren.**

Die Oktanzahl eines Kraftstoffes wird im Prüfmotor durch Vergleich mit Gemischen aus Bezugskraftstoffen bestimmt, bis zwei Gemische mit einem Unterschied von nicht mehr als 2 Oktanzahlen gefunden werden, von denen eines stärker, das andere schwächer klopft als der zu prüfende Kraftstoff.

Die Klopfstärke wird entweder mit einer Gaszelle oder mit einem Klopfmesser in Verbindung mit einem Klopfstift-Indikator gemessen. Die Kontakte des Klopfstiftes sind dabei an einen Stromkreis angeschlossen. Je stärker das Klopfen ist, desto intensiver werden die Kontaktpunkte aneinander gedrückt und desto größer ist die in der Zeiteinheit hindurchfließende Strommenge. Die Messung der Stromstärke als Maß der Klopfstärke geschieht entweder unmittelbar durch den Klopfmesser oder durch die Bestimmung der Knallgasmenge, die während einer bestimmten Zeit (1 Min.) in einer mit 5 bis 10%iger Schwefelsäure gefüllten Gaszelle entwickelt wird.

Oktanzahlbestimmung nach dem Motor-Verfahren.

a) Prüfung.

Die Prüfung erfolgt in einem Einzylinder-Vergasermotor mit veränderlichem Verdichtungsverhältnis (CFR-Motor s. 7080, I. G.-Prüfmotor s. 7090).

Die Prüfung wird unter den für den jeweiligen Motor vorgeschriebenen Prüfbedingungen (s. 7081 bzw. 7091) vorgenommen, nachdem die Vorbereitungen zur Durchführung der Prüfung (s. 7082 bzw. 7092) getroffen worden sind.

Unter Einstellung der Vergaser-Mikrometerschraube bzw. des Kraftstoffspiegels auf ein Luft-Kraftstoffverhältnis für stärkstes Klopfen werden abwechselnd Klopfstärke-Messungen mit dem zu prüfenden Kraftstoff und dem Bezugskraftstoff vorgenommen. Bei Klopfmesser-Ablesungen muß der Zeiger stets erst zur Ruhe kommen, bei Verwendung der Gaszelle müssen mindestens zwei aufeinanderfolgende, eine Minute dauernde Messungen auf 5% übereinstimmen.

Bei jedem Kraftstoff sollen mindestens drei verschiedene Ablesungen gemacht werden. Nach Umschaltung von einem Kraftstoff auf den anderen muß man mindestens eine Minute warten, bis Gleichgewicht erreicht ist. Bei manchen Kraftstoffen kann ein erheblich längerer Zeitraum benötigt werden. Wenn die durchschnittliche Klopfstärke der Probe größer als der Mittelwert der Bezugskraftstoff-Mischung ist, muß die Messung mit einer Mischung wiederholt werden, die stärker klopft.

Beim Wechseln der Kraftstoffe in den Behältern ist zu beobachten, daß der Kraftstoff durch den Abflaßhahn vollkommen abläuft. Die Leitung soll erst mit einer geringen Menge des neuen Kraftstoffes durchspült werden, bevor der Hahn geschlossen wird.

Die Prüfung wird in dieser Weise fortgesetzt, bis die Klopfstärke des zu prüfenden Kraftstoffes zwischen der der beiden Bezugsmischungen liegt. Der Unterschied zwischen den endgültigen Bezugsmischungen soll nicht mehr als 2 Oktanzahlen betragen.

Die Anzeige einer gegebenenfalls am Prüfmotor vorhandenen Oktanskala darf bei der Prüfung nicht berücksichtigt werden.

b) Berechnung.

Die Klopfstärke des Kraftstoffes wird durch Interpolation aus den erhaltenen Zahlen errechnet und die nächste halbe Zahl als Oktanzahl angegeben; d. h. eine Oktanzahl von 87,75 und mehr wird auf 88 aufgerundet, oder 86,25 auf 86,5. Werte, die unterhalb 87,75 und 86,25 liegen, erhalten die Oktanzahl 87,5 bzw. 86,0.

c) Genauigkeit.

Die in verschiedenen Prüfmotoren und an verschiedenen Stellen erzielten Ergebnisse sollen um höchstens zwei Oktanzahlen schwanken. Wenn auch die Genauigkeit nicht größer ist, können doch mit dem Verfahren auf Grund seiner Empfindlichkeit Unterschiede bis zu 0,2 O. Z. festgestellt werden, wenn abwechselnd Ablesungen der Klopfanzeige vorgenommen werden.

II. Bestimmung der Klopfbarkeit im CFR-Motor nach dem Motor-Verfahren.

Prüfeinrichtung.

Der zur Bestimmung der Klopfbarkeit von Flugmotoren-Kraftstoffen verwendete CFR-Motor muß die nachstehend abgebildete Bezeichnung tragen:



Der CFR-Motor hat eine Einrichtung zur stufenlosen Änderung der Verdichtung sowie selbsttätige Zündverstellung. Zylinderkopf und Zylinder sind aus einem Stück gefertigt. Der Motor besitzt Druckschmieranlage und ist mit einer elektrischen Ölheizung versehen. Die angewendete Verdampfungskühlung wirkt nach dem Thermosyphon-System. Das Luft-Kraftstoff-Gemisch kann elektrisch vorgewärmt werden.

Der CFR-Vergaser hat 2, 3 oder 4 Schwimmergehäuse (je nach Anzahl der zu vergleichenden Kraftstoffarten), die schnell nacheinander eingeschaltet werden können.

Bei dem CFR-Motor älterer Ausführung wird das Luft-Kraftstoffmischungsverhältnis durch Regelung der Zusatz-Luftmenge geändert, und zwar durch ein mit einer Mikrometerschraube einstellbares Nadelventil.

Bei dem CFR-Motor neuerer Ausführung geschieht dies durch Regelung der Kraftstoffmenge, durch Heben oder Senken des Vergaser-Schwimmergehäuses und damit der Höhe des Kraftstoffspiegels.

7081

Prüfbedingungen.

Der Motor soll unter den nachstehenden Bedingungen betrieben werden:

- a) Drehzahl: 900 ± 3 U/min.
- b) Kühlmperatur: 96 bis 102° C (205 bis 215° F). Sie soll während einer Messung um höchstens $\pm 0,6^{\circ}$ C ($\pm 1^{\circ}$ F) schwanken.
- c) Kühlflüssigkeit: Destilliertes oder Regenwasser bzw. Äthylenglykol für größere Höhen.
- d) Schmierstoff: Öl mit einer Viskosität von etwa 5,0 bis $7,0^{\circ}$ Engler bei 50° C.
- e) Öldruck: 1,75 bis $2,10$ kg/cm² (25 bis 30 lb/sq. in.) bei Betriebsbedingungen.
- f) Ventilspiel: Einlaß $0,20$ mm (0,008 in.) kalt;
Auslaß $0,25$ mm (0,010 in.) kalt.

Das abgeschirmte Einlaßventil muß stets mit der offenen Seite zum Klopfstift gerichtet sein.

- g) Vorzündung: Automatisch festgelegt auf 26° bei 5:1 Verdichtung, 22° bei 6:1 und 19° bei 7:1 Verdichtung.
- h) Unterbrecher-Kontaktabstand: Bei Batteriezündung $0,38$ mm (0,015 in.), bei Magnetzündung $0,51$ mm (0,020 in.).
- i) Zündkerze entsprechend der metrischen Standardkerze mit Toleranzen und thermischen Eigenschaften gleich der Kerze Nr. 8 der Champion Spark Plug Co., Toledo Ohio. Elektrodenabstand $0,64$ mm (0,025 in.) (Bosch DM 145/1).
- k) Drosselöffnung: Stets ganz geöffnet, bei etwa 90° der Drosselskala. Bei CFR-Motoren neuerer Bauart (ohne Drosselklappe) ist die genormte Drosselblende zwischen Vergaser und Ansaugrohr einzubauen.
- l) Vergasereinstellung: Auf stärkstes Klopfen.

- m) Auspuffrohr: Jeder Motor soll seine eigene Auspuffleitung von 32 mm (1½ in.) Durchmesser mit höchstens zwei Knicken und einer größten Länge von $6,1$ m (20 ft.) besitzen. Verwendung eines kurzen Schalldämpfers von 32 mm (1½ in.) Durchmesser mit geradem Durchgang ist zulässig.

- n) Gemischtemperatur soll $149 \pm 1,1^{\circ}$ C ($300 \pm 2^{\circ}$ F) betragen (abzulesen am Quecksilberthermometer).

Messungen allgemeiner Natur sollen bei gleichbleibender Gemischtemperatur (300° F) durchgeführt werden. Bei theoretischen Versuchen ist es erwünscht, bei Kraftstoffen mit hoher Verdampfungswärme das Absinken der Gemischtemperatur bei gleichbleibender Heizleistung zu berücksichtigen, d. h. die Gemischtemperatur (300° F) soll für die Bezugsmischungen eingestellt werden, gleichgültig, welche Temperatur der zu prüfende Kraftstoff ergibt. Die Seitenflächen der Heizplatten der Gemischvorwärmung müssen stets parallel zur Kurbelwellenachse stehen.

- o) Klopfstift-Einstellung: Die flache Feder des unteren Kontaktes soll die isolierte Stabspitze mit leichtem Druck berühren. Zu starker Druck erniedrigt die Empfindlichkeit des Klopfstiftes. Die Kontakte sind mit $0,08$ bis $0,12$ mm (0,003 in. bis 0,005 in.) Abstand einzustellen. Dann werden die Membrane und der Klopfstift abgenommen und die untere Feder gebogen, bis der Abstand

zwischen den Kontakten 1,2 bis 1,6 mm beträgt. Nun wird die obere Stellschraube gelöst und die obere Feder gebogen, bis 4 mm Abstand zwischen den Kontakten ist. Die kleine Spiralfeder in der oberen Stellschraube wird auf 0,5 bis 0,6 kg Anfangsspannung geregelt, indem sie gegen irgendeine gewöhnliche Federwaage gedrückt wird. Dann soll der Klopfstift wieder eingeschraubt und die Stellschraube so gedreht werden, daß der Kontaktabstand 0,08 bis 0,12 mm beträgt. Die endgültige Einstellung wird erhalten, indem man den Abstand so einstellt, daß eine Klopfmesser-Ablesung zwischen 50 und 60 erhalten wird, wenn der Motor mit der richtigen Klopfstärke läuft.

- p) Überprüfung des Motorzustandes: Der Motorzustand gilt nicht als einwandfrei, solange nicht ein Gemisch von 65 Teilen Oktan und 35 Teilen Heptan nach dem angegebenen Verfahren mit einer Mischung aus $65 \pm 1\%$ Reinenzol (Siedepunkt: 80 bis 82°C) und $32 \pm 1\%$ n-Heptan gleich befüllt wird. Bei einem Luftdruck von 760 mm ist für diese Bestimmung eine Verdichtung von etwa 5,3:1 notwendig. Stärkere Änderungen im Luftdruck werden das benötigte Verdichtungsverhältnis ändern.
Für laufende Untersuchungen können Reinenzol und Unter-Bezugskraftstoffe verwendet werden.

7082

Vorbereitungen zur Durchführung der Prüfung.

- a) Anlassen und Anhalten des Motors.

Beim Durchdrehen des Motors mit dem Elektromotor wird die Zündung angestellt und der Vergaser auf ein Kraftstoffgefäß geschaltet. Darauf wird der Motor bis zum Erreichen des den Prüfbedingungen (s. 7081) entsprechenden Beharrungszustandes warmgefahren.

Um anzuhalten, werden der Kraftstoff und die Zündung abgestellt und der Stoppschalter gedrückt. Zur Vermeidung von Korrosion in den Betriebspausen wird der Motor von Hand so gedreht, daß beide Ventile geschlossen sind.

- b) Vorläufige Einstellung des Verdichtungsverhältnisses.

Mit einer Mischung aus 65 Teilen Iso-Oktan und 35 Teilen n-Heptan wird die Verdichtung beim ersten hörbaren Klopfen durch immer zweimaliges Höherdrehen der Kurbel von nichtklopfender zu klopfender Verdichtung bestimmt. Die richtige Klopfstärke*) für die Klopfmessung ist die, die sich mit einer 65%igen Oktanmischung einstellt, wenn man die Verdichtung um eine Einheit über jene bei Klopfbeginn erhöht. Dabei wird dann die zahlenmäßige Angabe der Klopfstärke -- von Gaszelle oder Klopfmesser -- aufgeschrieben. Dies ist nur bei der ersten Einstellung des Verdichtungsverhältnisses notwendig.

Bei weiteren Klopfmessungen wird die Verdichtung so eingestellt, daß die vorstehend beschriebene Klopfstärke auftritt, vorausgesetzt, daß inzwischen keine Änderung am Klopfstift gemacht wurde. Keineswegs darf die Klopfstärke so groß sein, daß bei Abstellen der Zündung der Motor weiterläuft.

- c) Einstellung des Vergasers auf den zu prüfenden Kraftstoff.

Beim Betrieb mit dem Kraftstoff, dessen Klopfbarkeit geprüft werden soll, wird der Vergaser folgendermaßen eingestellt: Nachdem ein Vorratsgefäß des Vergasers mit dem betreffenden Kraftstoff gefüllt wurde, wird die Einstellung auf stärkstes Klopfen vorgenommen, indem man sich erst die Stellung der Nadelventil-Mikrometerschraube (CFR-Motor älterer Ausführung) bzw. die Höhe des Kraftstoffspiegels im Schwimmergehäuse (CFR-Motor neuerer Ausführung) und die Stellung des Klopfmessers merkt. Dann wird die Schraube gedreht bzw. die Höhe des Kraftstoffspiegels verstellt und beobachtet, ob Klopfmesseranzeige oder Gasentwicklung zu- oder abnimmt. Das Mikrometer wird dann in jener Richtung gedreht, in der das Klopfen zunimmt, bis es einen Höchstwert überschreitet. Dieser Punkt wird dreimal bestimmt und das Mikrometer auf die Stellung für stärkstes Klopfen gebracht.

*) Diese Klopfstärke soll ebenso groß sein wie diejenige, welche aus einem Gemisch von 65 v.H. Iso-Oktan und 35 v.H. n-Heptan bei 760 mm Q.S. und einer Verdichtung von 5,3:1 erhalten wird.

1. Einstellung mittels Klopfmesser: In diesem Fall braucht man die Ablesung nicht über eine bestimmte Zeit vorzunehmen, der Klopfmesser muß aber nach jeder Einstellung wieder ins Gleichgewicht kommen können (etwa 1½ Minuten).
2. Einstellung mittels Gaszelle: Die Gasmenge, die in einer Minute entwickelt wird, muß mindestens zweimal bestimmt werden.

d) Endgültige Einstellung des Verdichtungsverhältnisses.

Endlich muß die Verdichtung so eingestellt werden, daß sich mit dem zu prüfenden Kraftstoff an dem Klopfmesser oder der Gaszelle dieselbe Ablesung ergibt wie bei der ersten Einstellung (s. 7082/b).

Ein Vergleichsgemisch aus den beiden Bezugskraftstoffen, das der erwarteten Klopfestigkeit des Kraftstoffes entspricht, wird dann in einen zweiten Kraftstoffbehälter gefüllt und die Mikrometerschraube bzw. Kraftstoffspiegelhöhe im Schwimmergehäuse in der bereits beschriebenen Weise auf stärkstes Klopfen eingestellt. Zur einwandfreien Mischung der beiden Bezugskraftstoffe ist größte Sorgfalt anzuwenden.

7085

Oktanzahlbestimmung nach dem Motor-Verfahren s. 7075.

7084

Anweisungen für die Instandhaltung des Prüfmotors.

Es wird empfohlen, eine systematische Nachprüfung der Prüfeinrichtung mit äußerster Sorgfalt nach je 50 Betriebsstunden vorzunehmen. Nachstehende Punkte sind besonders zu beachten:

a) Klopfstift.

Bei der täglichen Besichtigung sollen die Kontakte auf Sauberkeit und die elektrischen Anschlüsse auf ihre Güte geprüft werden. Mangelnde Empfindlichkeit, schwankende Klopfmesser-Ablesungen oder unregelmäßige Gasentwicklung können Membranstörungen anzeigen. Die Mutter zum Festhalten der Membrane soll angezogen und jede Ansammlung von Kohle beseitigt werden. Nutzt dies nichts, so kann die Membrane beschädigt sein und Erneuerung erfordern.

b) Unterbrecherspitzen.

Falls erforderlich, sollen Grübchen entfernt und der Spitzenabstand nachgestellt werden.

c) Zündkerzen.

Die Isolierung ist sorgfältig auf Sprünge nachzusehen, schadhafte Zündkerzen sollen erneuert werden. Der Elektrodenabstand ist nachzumessen und gegebenenfalls einzuregeln. Werden Kerzen wiederverwendet, so ist jede Kohlenablagerung auf dem Metallkörper oder den Elektroden der Kerze mechanisch vor der Nachstellung zu entfernen.

d) Kraftstoffanlage.

Alle Fremdstoffe in den Kraftstoffbehältern, Schwimmergehäusen, Leitungen oder im Vergaser sollen entfernt werden. Ausblasen mit Luft und Ausspülen mit Benzin oder Benzol sind die geeignetsten Hilfsmittel.

e) Kühlsystem:

Alle entdeckten Undichtigkeiten sind auszubessern.

f) Verbrennungsraum.

Kohlenablagerungen sind durch Schaben zu beseitigen.

g) Verdichtungsdruck.

Die Ursache ungewöhnlicher Änderungen des Verdichtungsdruckes zwischen den Nachprüfungen ist zu ermitteln und zu beseitigen.

h) Ventile.

Die Ventile sind auszubauen und nachzuschleifen, wenn nicht eine ununterbrochene polierte Berührungslinie auf dem Ventil und dem Sitz erkennbar ist. Nach dem Zusammenbau ist das Spiel der Stößel genau nachzuprüfen.

i) Kolbenringe.

An Ringen und Nuten befindliche Kohle ist zu entfernen.

k) Ansaugrohr.

Das Ansaugrohr und die Gemischvorwärmung sind nachzusehen und erforderlichenfalls zu reinigen.

l) Schmieröl.

Das Schmieröl ist nach 50 Betriebsstunden zu wechseln.

III. Bestimmung der Klopfestigkeit mit dem I.G.-Prüfmotor nach dem Motor-Verfahren.

Prüfeinrichtung.

Der I.G.-Prüfmotor ist ein stehender Einzylinder-Motor mit einer Einrichtung zur Veränderung des Verdichtungsverhältnisses in den Grenzen zwischen 4:1 und 15:1. Den jeweiligen Stand des Verdichtungsverhältnisses zeigt eine Trommelskala an.

In dem abnehmbaren Zylinderkopf befinden sich die hängenden, von Kipphebeln gesteuerten Ventile und der Klopfstift.

Der Zündzeitpunkt wird auf einer nachstellbaren Skala abgelesen; die Vorzündung bleibt über den ganzen Meßbereich des Motors gleich.

Die Schmierung des Motors erfolgt nach dem Umlaufverfahren über eine regelbare Pumpe, der Schmierölstand kann durch ein Schauglas überwacht werden.

Der Zylinder des Prüfmotors wird durch Verdampfungskühlung mittels Glykol-Wasser-Gemisch gekühlt, der Umlauf des Kühlgemisches geschieht durch Thermosyphonwirkung, und die entstehenden Dämpfe werden in einer besonderen Kühlschlange in einem Kondensator niedergeschlagen.

Das Luft-Kraftstoff-Gemisch kann elektrisch bis zu 150° C vorgewärmt werden. Die Vorwärmung ist regelbar, die Gemischtemperatur wird an einem Quecksilberthermometer abgelesen.

Der Vergaser ist ein Zwei- oder Dreischwimmer-Vergaser mit Umschalthebeln und gemeinsamer Düse. Die Schwimmemventile sind durch Drehen der Meßbehälter in der Höhe verstellbar, wodurch sich der Kraftstoffspiegel und dadurch das Gefälle gegenüber der feststehenden Düsenmündung ändert. Das Luft-Kraftstoff-Gemisch ist auf diese Weise in seiner Zusammensetzung regelbar. Der eingestellte Kraftstoffspiegel wird an Marken des betr. Schauglases abgelesen, wobei eine Teilstrichänderung durch eine ganze Umdrehung des Meßbehälters hervorgerufen wird.

Die Belastung des Prüfmotors erfolgt durch einen gekapselten Drehstrom-Generator, der zugleich zum Anlassen dient. Er sitzt verschiebbar auf Spannschienen, um Riemenscheiben von verschiedenen Durchmessern aufnehmen zu können. Die Kraftübertragung vom Prüfmotor zum Generator geschieht durch ein Keilriemenpaar.

Prüfbedingungen.

Der Motor soll zur Prüfung der Klopfestigkeit nach dem Motor-Verfahren unter den nachstehenden Bedingungen betrieben werden:

a) Drehzahl: 900 ± 3 U/min.

b) Kühltemperatur: $150 \pm 1^\circ$ C.

c) Kühlmittel: Ein Gemisch aus etwa 92% Heißkühlungs-Glykol und 8% Wasser. Das Kühlmittel muß im warmen Zustand bis zur Standmarke stehen, Füllung etwa ein Liter.

- d) Austrittstemperatur des Kondensator-Kühlwassers: 30° C.
- e) Schmierstoff: Motorenöl »PM«. Das Öl muß im warmen Zustand bis zur Mitte des Schauglases stehen, die Füllung beträgt etwa 0,8 Liter.
- f) Schmierstoffförderung: Die Rändelschraube der Schmierölpumpe ist 2 Umdrehungen zu öffnen.
- g) Ventilspiel:
Einlaß: 0,20 mm kalt.
Auslaß: 0,25 mm kalt.
- h) Ventilzeiten:
- | | Einlaß | Auslaß |
|---------------|---------------|---------------|
| öffnet etwa | 11° n. o. T. | 173° n. o. T. |
| schließt etwa | 173° n. o. T. | 3° n. o. T. |
- i) Vorzündung: 22° v. o. T.
- k) Unterbrecher-Kontaktabstand: 0,4 mm.
- l) Zündkerze:
Siemens A. G. 30/5 oder
Bosch DM 145 T 1.
- m) Vergaser:
Düsendurchmesser: 0,60 mm.
Lufttrichterdurchmesser: 13 mm.
Einstellung: auf größte Klopfstärke.
- n) Gemischtemperatur: 150 ± 1° C.
- o) Auspuffleitung: Jeder Prüfmotor soll eine eigene Auspuffleitung mit 1½" lichter Weite und höchstens 3 Krümmern besitzen. Die Verwendung eines Auspufftopfes ist unzulässig.
- p) Durchmesser der Keilriemenscheibe am Generator: 120 mm.
- q) Prüfung der Verdichtungsskala: Wenn der Kolben im oberen Totpunkt des Verdichtungshubes steht und die Skala 4,0 anzeigt, muß der Verdichtungsraum 110 ccm betragen. Dies kann durch Einfüllen von warmem Wasser durch die für den Klopfstift bestimmte Öffnung in den etwa gleich warmen Zylinder nachgeprüft werden. Vor dem Wiederholen der Messung muß der Motor einige Minuten mit Zündung gelaufen sein. Die Trommelskala ist gegebenenfalls nach dem Lösen der Befestigungsschraube nachzustellen.
- r) Verdichtungsverhältnis: Die Einstellung geschieht durch Drehen an der Handkurbel auf mittelstarkes Klopfen. Bei richtig eingestelltem Klopfstift ergibt sich dann eine Gasabscheidung bzw. eine Klopfmesser-Anzeige zwischen 40 und 50. Die untere Einstellung des Verdichtungsverhältnisses ist durch den Anschlag der Kühlleitung an die Klemmschraube der Zylinderführung begrenzt. Ein Weiterdrehen an der Verdichtungskurbel führt zur Beschädigung der Zylinderführung.
- s) Klopfstift:
Membran-Abmessungen: 0,5 mm stark, 13,6 mm Durchmesser.
Blattfederabmessungen: 0,35 mm stark, 8 mm breit,
Der Klopfstift wird wie folgt eingestellt:
1. Die untere Feder wird so eingestellt, daß der Klopfstift mit 100 g belastet wird.
 2. Die obere Feder wird so eingestellt, daß sie den unteren Kontakt gerade berührt, wenn sie mit 60 g belastet wird.
 3. Die Wendelfeder in der Einstellschraube wird so belastet, daß sie bei 150 g gerade nachzugeben beginnt.

4. Mit der Einstellschraube wird der Abstand der beiden Kontakte auf 0,15 mm festgelegt, wobei dieser Abstand nicht mit einer Lehre, sondern durch 45° Winkelverdrehung der Einstellschraube von 1,25 mm Steigung eingestellt wird. Zum Einstellen werden die beiden Kontakte des Klopfstiftes in den Stromkreislauf einer Taschenlampen-Batterie gelegt. Eine Glühlampe beginnt dann beim Schließen der Kontakte aufzuleuchten.
- t) Gaszelle: Die Zelle ist mit 5 bis 10%iger Schwefelsäure bis knapp über den Entlüftungshahn zu füllen. Beim Entlüften ist der Hahn vorsichtig zu öffnen (Achtung: Säurespritzer!). Bei Beginn einer neuen Messung ist dafür zu sorgen, daß unter dem Entlüftungshahn keine Gasblase mehr sitzt.
- u) Klopfmesser: Anzeige-Gerät, Thermoumformer, Sicherung und Vorschaltwiderstand sind aufeinander abgestimmt, sie dürfen nur gegen Original-Ersatzteile ausgewechselt werden.

7092

Vorbereitungen zur Durchführung der Prüfung.

a) Anlassen und Abstellen des Motors.

Zum Anlassen wird der Schalter »Betrieb« eingeschaltet; dadurch wird der Motor angetrieben. Der Umschalhahn am Vergaser wird auf Betriebsstellung gebracht und die Zündung eingeschaltet, der Motor springt an und wird sofort selbsttätig belastet. Nun ist die Gemisch-Vorheizung einzuschalten und auf 150° C Gemisch-Temperatur zu regeln. Diese Gemisch-Temperatur gilt sowohl für die Kraftstoffprobe als auch für die Vergleichskraftstoffe. Bei Kraftstoffen mit hoher Verdampfungswärme ist die Heizung also nachzuregeln.

Nach etwa einer Stunde hat der Motor seinen Beharrungszustand erreicht.

Zum Abstellen des Motors sind die Gemischheizung und Zündung auszuschalten, der Kraftstoff ist aus dem Vergaser abzulassen. Der Motor läuft noch einige Minuten zur Abkühlung weiter, dann ist der Betriebsschalter auf »Aus« zu stellen, wodurch der Motor außer Betrieb gesetzt wird.

Soll nach Prüfungen von bleihaltigen Kraftstoffen der Prüfmotor für einige Tage oder länger außer Betrieb gesetzt werden, so ist er zur Vermeidung von Korrosionsschäden vor dem Abstellen etwa eine Stunde lang mit einem bleifreien Kraftstoff zu betreiben.

b) Einfüllen der Kraftstoffprobe.

In den betriebswarmen Motor ist eine Probe von etwa 300 ccm des zu prüfenden Kraftstoffes einzufüllen. Hierbei steht der Umschalhahn für das Gefäß, welches die Kraftstoffprobe aufnimmt, auf »Entleeren«, während der Ablaufhahn geschlossen ist.

Nach dem Einfüllen der Probe ist der Ablaufhahn kurz zu öffnen, damit einige Kubikzentimeter des Kraftstoffes auslaufen. Dadurch wird die Luft aus dem Stutzen bis zum Ablaufhahn mitgerissen und der Stutzen mit dem Kraftstoff gefüllt. Auf diese Weise werden Störungen am Vergaser durch Auftreten von Luftblasen vermieden. Nach dem Entlüften der Kraftstoffprobe wird der Umschalhahn für diese auf »Betrieb« gestellt.

Ebenso wird das Vergleichsgemisch aus zwei Bezugskraftstoffen eingefüllt.

c) Einstellen des Verdichtungsverhältnisses.

Das Verdichtungsverhältnis wird durch Drehen an der Handkurbel so eingestellt, daß der Motor mit mittlerer Stärke klopft. Bei richtig eingestelltem Klopfstift ergibt sich eine Ablesung von etwa 40 an der Gaszelle oder am Klopfmesser. Hierbei wird, um die Einstellzeit des Klopfmessers zu verkürzen, dessen Schalter auf die Marke »Einstellung« gebracht. Nach der späteren endgültigen Einstellung des Verdichtungsverhältnisses wird die weitere Prüfung mit der Schalterstellung »Klopfmessung« vorgenommen.

Um ein etwa vorhandenes Spiel auszuschalten, müssen die letzten Kurbelumdrehungen immer gegen den Uhrzeigersinn vorgenommen werden. Weiter ist darauf zu achten, daß die Zylinder-Spannvorrichtung nur zur Verdichtungsänderung gelöst werden soll, im Betrieb also festangezogen bleibt.

Nach der vorläufigen Einstellung des Verdichtungsverhältnisses wird der Schwimmer des die Kraftstoffprobe enthaltenden Behälters in der Weise eingestellt, daß man den in Betriebsstellung befindlichen Kraftstoffbehälter um etwa 3 Umdrehungen tiefer schraubt. Dadurch wird der Schwimmer in den Kraftstoff eingetaucht. Der Kraftstoffstand im Schauglas erhöht sich zunächst, während des anschließenden Absinkens ändert sich deutlich die Klopfstärke; wenn man gleichzeitig die Standmarke am Schauglas beobachtet, läßt sich ziemlich genau die Höhe des Benzinstandes ermitteln, bei der die größte Klopfstärke auftritt. Auf diese Höhe wird der Schwimmer nunmehr eingestellt und das Verdichtungsverhältnis durch Drehen an der Handkurbel so nachgeregelt, daß der Klopfmesser bzw. die Gaszelle zwischen 40 und 50 anzeigt.

d) Einstellung des Vergasers.

Zu der nunmehr folgenden genauen Einstellung des Vergasers auf stärkstes Klopfen ist der Kraftstoffbehälter um etwa eine Umdrehung tiefer zu drehen. Nachdem sich der Motor auf den geänderten Zustand eingestellt hat (etwa 1½ Minuten), ist der Schwimmerstand und die zugehörige Ablesung an der Gaszelle bzw. am Klopfmesser zu vermerken; dann ist der Behälter um ¼ oder 1 Umdrehung höher zu drehen und nach Erreichen des neuen Beharrungszustandes Schwimmerstand und Klopfanzeige abzulesen. Dies ist solange zu wiederholen, bis der Schwimmerstand für die größte Klopfstärke überschritten ist (erkennbar an den kleiner werdenden Merkwerten der Klopfanzeige), worauf schließlich auf die Stellung für stärkstes Klopfen zurückzugehen ist.

1. Einstellung mittels Klopfmesser bei der Schalterstellung »Klopfmessung«: Die Ablesung braucht sich nicht über eine bestimmte Zeit zu erstrecken; der Klopfmesser muß aber nach jeder Einstellung wieder ins Gleichgewicht kommen können (etwa 1 bis 1½ Minuten).
2. Einstellung mittels Gaszelle: Die Gasmenge, die in einer Minute entwickelt wird, ist mindestens zweimal zu bestimmen. Vor dem Drehen der Kraftstoffbehälter ist die Kennmarke des Behälterdeckels nach vorn zu stellen, dadurch kann die Größe einer Umdrehung leicht erkannt werden. Die Steigung der Behälterspindel entspricht einem Teilstrichabstand am Schauglas.

Nun ist ein Vergleichsgemisch aus zwei Bezugskraftstoffen, das der erwarteten Klopfbarkeit des zu prüfenden Kraftstoffes entspricht, in den zweiten Kraftstoffbehälter zu füllen und hierfür die Vergasereinstellung für stärkstes Klopfen in gleicher Weise zu suchen, wie für die Kraftstoffprobe.

Das Verdichtungsverhältnis darf hierbei nicht mehr verändert werden.

7093

Oktanzahlbestimmung nach dem Motorverfahren:

s. 7073.

7094

Instandhaltung des Prüfmotors:

s. Betriebsvorschrift zum I. G.-Prüfmotor.

E. Siedeverhalten.

I. Prüfeinrichtung.

Kolben.

Der normale Engler-Kolben von 100 ccm Inhalt ist in Abb. 1 veranschaulicht. Die Abmessungen und zulässigen Abweichungen sind nachstehend angegeben:

Außendurchmesser der Kugel	65 ± 2 mm
Innendurchmesser des Halses	16 ± 1 mm
Länge des Halses	150 ± 4 mm
Länge des Ableitungsrohrs	100 ± 3 mm
Außendurchmesser des Ableitungsrohrs	6 ± 0,5 mm
Innendurchmesser des Ableitungsrohrs	4 ± 0,5 mm
Wandstärke	1 ± 0,5 mm

7100

Der Ansatz des Ableitungsrohrs soll 90 ± 5 mm über dem Flüssigkeitsspiegel sein, wenn der Kolben mit 100 ccm gefüllt ist. Das Rohr befindet sich etwa in der Mitte des Halses und bildet einen Winkel von $75 \pm 3^\circ$ mit der Achse des Halses.

7101

Kühler.

Der Kühler (s. Abb. 2) besteht aus einem nahtlosen Messingrohr von 14 mm Außendurchmesser, 1 mm Wandstärke und 560 mm Länge. Es bildet einen Winkel von 75° mit der Senkrechten und wird von einem Kühlbad von 381 mm Länge, etwa 102 mm Breite und 152 mm Höhe umgeben. Das untere Ende des Kühlrohrs ist im spitzen Winkel abgeschnitten und auf eine Länge von 76 mm nach unten und etwas zurückgebogen, damit es in Berührung mit der Wand des Meßglases, etwa 25 bis 32 mm unter dessen Oberkante, steht, wenn die Prüfung vorgenommen wird.

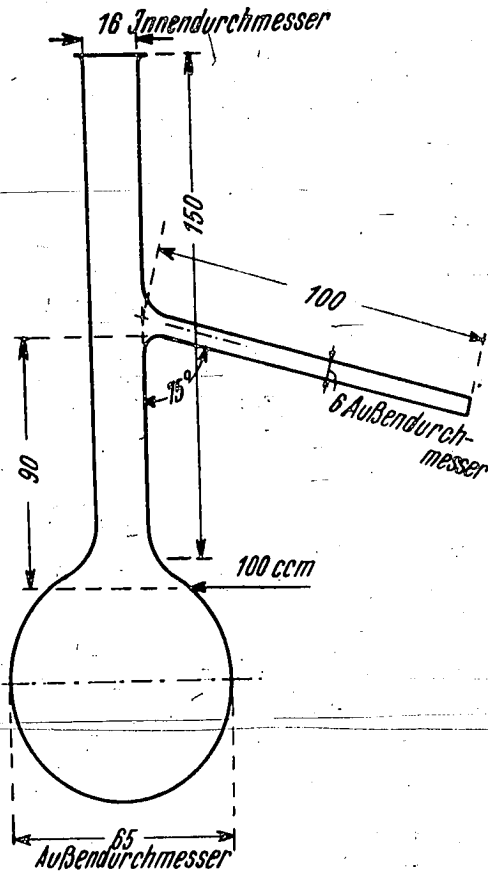


Abb. 1. Engler-Kolben nach BVM 7100

7102

Schirm.

Der Schirm besteht aus Blech von 1 mm Stärke und hat 483 mm Höhe, 279 mm Länge und 203 mm Breite. Er ist mit einer Tür an einer Schmalseite und einem Schlitz für das Ableitungsrohr auf einer der breiten Seiten versehen. Je zwei Öffnungen von 25 mm Durchmesser mit gleichem Abstand von den Kanten und voneinander befinden sich in beiden Schmalseiten mit ihren Mittelpunkten 216 mm unter der Schirmoberkante. Es sind ferner drei Löcher von 13 mm Durchmesser auf jeder der vier Seiten mit den Mittelpunkten in 25 mm Höhe über der Schirmunterkante vorgesehen.

Thermometer.

Nachstehend sind die Anforderungen an Thermometer für niedrigsiedende Kraftstoffe (Meßbereich: 0 bis 300° C) und an Thermometer für hochsiedende Kraftstoffe (Meßbereich: 0 bis 400° C) angegeben:

Bauart: Thermometer für vollständiges Eintauchen. Geätzte Röhre aus geeignetem Thermometerglas mit glatter Vorderseite und emailliertem Rücken, am oberen Ende mit einem Glasring versehen.

Durchmesser (mit Ringlehre gemessen): 6 bis 7 mm.

Gesamtlänge des fertigen Thermometers: 578 bis 584 mm.

Flüssigkeit: Quecksilber.

Füllung über dem Quecksilber: Stickstoff.

Quecksilbergefäß: Geeignetes Thermometerglas.

Länge (= Abstand vom unteren Ende bis zum Beginn des emaillierten Rückens): 10 bis 15 mm.

Durchmesser (mit Ringlehre gemessen): 5 bis 6 mm.

Teilung: Alle Linien, Zahlen und Buchstaben klar und deutlich eingeschnitten. Teilstriche für je 1° C; Teilstrich für 0° C und jeder Teilstrich für Vielfache von 5 C länger als die übrigen. Teilung beziffert in Vielfachen von 10° C.

Abstand des Teilstriches für 0° C vom unteren Ende des Quecksilbergefäßes: 100 bis 110 mm beim Thermometer für niedrigsiedende Kraftstoffe, 25 bis 35 mm beim Thermometer für hochsiedende Kraftstoffe.

Abstand des obersten Teilstriches (500° C beim Thermometer für niedrigsiedende bzw. 400° C beim Thermometer für hochsiedende Kraftstoffe) vom oberen Ende des fertigen Thermometers: 50 bis 45 mm.

Teilungsfehler: Der Fehler an beliebiger Stelle der Teilung soll bei der angegebenen Eichung nicht größer sein als 0,5° C beim Thermometer für niedrigsiedende Kraftstoffe bzw. 1° C beim Thermometer für hochsiedende Kraftstoffe*).

Eichung: Das Thermometer soll im Prüfbad bis zum oberen Ende der Quecksilbersäule eingetaucht bei 0° C und in Temperaturabständen von etwa 50° C bis zu 300° C beim Thermometer für niedrigsiedende Kraftstoffe bzw. 570° C beim Thermometer für hochsiedende Kraftstoffe geeicht werden.

Prüfung auf Beständigkeit der Anzeigegenauigkeit: Nach Erwärmung auf 280 bis 290° C beim Thermometer für niedrigsiedende Kraftstoffe bzw. 560 bis 570° C beim Thermometer für hochsiedende Kraftstoffe während 24 Stunden soll die Genauigkeit der Anzeige innerhalb der vorgeschriebenen Grenzen verbleiben. Die Prüfung soll unter den für diese Thermometer vorgeschriebenen Eintauchbedingungen vorgenommen werden.

Meßglas.

Das zylindrische, mit Fuß und Ausguß versehene Meßglas besitzt eine Gesamthöhe von mindestens 250 und höchstens 260 mm. Es ist mit einer Teilung zur Aufnahme von 100 ccm versehen; die Teilung soll zwischen 178 und 203 mm hoch sein; hieraus ergibt sich ein Innendurchmesser des Meßglases von etwa 25 mm. Teilstriche sind für je 1 ccm vorgesehen, jeder fünfte Teilstrich ist länger als die übrigen, jeder zehnte Teilstrich ist, von unten nach oben steigend, beziffert. Der Teilungsfehler soll an keiner Stelle der Teilung 1 ccm überschreiten.

*) Der Teilungsfehler des Thermometers für hochsiedende Kraftstoffe gilt nur für 0 bis 370° C. Unter gewissen Versuchsbedingungen kann die Temperatur des Quecksilbergefäßes 28° C höher sein als die vom Thermometer angegebene; bei einer angegebenen Temperatur von 371° C nähert sich die Temperatur des Quecksilbergefäßes einem kritischen Bereich des Glases. Es ist daher nicht zweckmäßig, dieses Thermometer bei höheren Temperaturen als 371° C zu verwenden, ohne daß der Gefrierpunkt nachgeprüft wird.

II. Verfahren.

7110

Vorbereitung.

- a) Das Kühlbad ist mit gestoßenem Eis (oder irgendeinem anderen geeigneten Kühlmittel) zu füllen. Dann ist soviel Wasser zuzufügen, daß das Kühlrohr bedeckt ist. Die Temperatur soll zwischen 0 und 4,5° C gehalten werden. Bei benzolhaltigen Kraftstoffen auf $\pm 10 \pm 2^\circ \text{C}$.
- b) Das Kühlrohr soll zur Entfernung etwaiger von früheren Prüfungen verbliebener Flüssigkeit ausgewischt werden. Zu diesem Zweck kann ein Stück weichen Tuches an einem Bindfaden oder Kupferdraht durch das Kühlrohr gezogen werden.
- c) 100 ccm des zu prüfenden Kraftstoffes sollen im Meßglas bei 13 bis 18° C abgemessen und unmittelbar in den Engler-Kolben gebracht werden. Von der Kraftstoffprobe darf nichts in das Ableitungsrohr fließen.
- d) Das Thermometer *) wird mittels eines Korkens dicht in den Kolben eingesetzt, sodaß es sich in der Mitte des Halses derart befindet, daß das untere Ende des Kapillarrohrs in gleicher Höhe ist wie der tiefste Punkt der Innenseite des Ableitungsrohres an seiner Verbindungsstelle mit dem Hals des Kolbens. Bei Einsetzen in den Kolben soll das Thermometer etwa Raumtemperatur haben.
- e) Der gefüllte Kolben wird in die Öffnung von 32 mm Durchmesser der Asbestpappe von 152 × 152 mm, mit dem Ableitungsrohr ins Kühlrohr gesteckt, eingesetzt. Eine dichte Verbindung kann durch einen Kork hergestellt werden, durch den das Ableitungsrohr geht. Die Stellung des Kolbens soll so geregelt werden, daß das Ableitungsrohr höchstens 50 mm und mindestens 25 mm in das Kühlrohr hineinragt.
- f) Das Meßglas, das zur Messung der Füllung gedient hat, soll ohne vorherige Trocknung unter dem Kühlerende so aufgestellt werden, daß das Kühlrohr mindestens 25 mm in das Meßglas ragt, aber nicht unter die 100-ccm-Linie reicht. Ist die Raumtemperatur nicht zwischen 13 und 18° C, so soll das Meßglas bis zu vorgenannter Linie in einem durchsichtigen Bad eingetaucht sein, dessen Temperatur zwischen obigen Grenzen liegt. Die Oberkante des Meßglases soll während der Verdampfung dicht mit einem Stück Fließpapier oder dgl. bedeckt sein, das sich eng um das Kühlerrohr schließt.

7111

Verdampfung.

Sobald alles vorbereitet worden ist, soll die Erwärmung so geregelt werden, daß der erste Tropfen frühestens 5 und spätestens 10 Minuten später aus dem Kühler fällt. Das Thermometer im Kolben soll 2 Minuten nach Anstellen der Heizung abgelesen und die Anzeige als »Berichtigungstemperatur« vermerkt werden. Diese Zahl hat nur dann Bedeutung, wenn der Siedebeginn genau bestimmt werden soll.

Anmerkung:

Der Siedebeginn wird gewöhnlich als kennzeichnend für die Beschaffenheit des Kraftstoffes angesehen. Er ist sehr schwer festzustellen, besonders wenn Versuche bei verschiedenen Zimmertemperaturen wiederholt werden; die Ausarbeitung eines genauen Verfahrens zur Berücksichtigung dieser unvermeidlichen Unterschiede im Verfahren hat sich nicht als tunlich erwiesen. Die praktische Bedeutung des Siedebeginns ist nicht so wesentlich, daß sie die Vorschrift bestimmter Zimmertemperaturen bei Ausführung der Versuche rechtfertigen könnte. Nachstehende Richtlinien werden als Hilfsmittel zur Beseitigung gewisser Schwierigkeiten aufgenommen, die sich aus der Gepflogenheit ergeben, die Grenzen des Siedebeginns in Gütevorschriften für Kraftstoff einzuschließen.

*) Für Kraftstoffe mit Siedende bis zu 250° C oder Siedebeginn bis zu 100° C soll das Thermometer für niedrigsiedende Kraftstoffe verwendet werden, sonst das Thermometer für hochsiedende Kraftstoffe.

Ist die »Berichtigungstemperatur« unter 21°C oder über 27°C , so kann der beobachtete Siedebeginn, sofern niedriger als 66°C , als ungenau um einen Wert betrachtet werden der mindestens $\frac{1}{2}$ des Unterschiedes zwischen der »Berichtigungstemperatur« und 24°C ausmacht. Bei Schiedsversuchen ist der Siedebeginn nach der folgenden Formel zu berichtigen:

$$\text{Richtiger Siedebeginn} = \text{beobachteter Siedebeginn} + \frac{\text{Berichtigungstemperatur } (^{\circ}\text{C}) - 24}{5}$$

Wenn alle berichtigten Werte innerhalb der vorgeschriebenen Grenzen bleiben, soll der betreffende Kraftstoff als abnahmefähig gelten. Andernfalls soll, wenn möglich, eine Vereinbarung getroffen werden, daß eine Prüfung des Siedeverhaltens bei Zimmertemperatur zwischen 21 und 27°C ausgeführt wird.

Wenn der erste Tropfen vom Ende des Kühlers fällt, wird die Ablesung an dem Thermometer im Kolben als Siedebeginn vermerkt. Dann wird das Meßglas so verschoben, daß das Kühlerrohr die Wand des Meßglases berührt. Die Wärmezufuhr ist nun so zu regeln, daß die Verdampfung mit einer Geschwindigkeit von mindestens 4 und höchstens 5 ccm je Minute gleichmäßig vor sich geht. Die Menge des im Meßglas gesammelten Destillats soll auf $0,5$ ccm, genau jedesmal abgelesen werden, wenn die Quecksilbersäule des Thermometers einen Teilstrich erreicht, der ein Vielfaches von 10°C bezeichnet, somit $50, 40, 50, 60^{\circ}\text{C}$ usw. Es kann auch umgekehrt jedesmal die Temperatur vermerkt werden, wenn das Destillat einen Teilstrich erreicht, der ein Vielfaches von 10 ccm bedeutet. Wenn ein Kraftstoff darauf geprüft wird, ob er einer gegebenen Gütevorschrift genügt, sollen alle notwendigen Beobachtungen gemacht und vermerkt werden, gleichgültig, ob solche zu den vom betreffenden Laboratorium üblicherweise vorgenommenen Prüfungen gehören.

Die Wärmezufuhr ist nicht mehr zu regeln, wenn in dem Kolben sich nur noch etwa 5 ccm befinden, es sei denn, daß die Zeit zum Verdampfen dieser 5 ccm und Erreichen des Endpunktes 5 Minuten übersteigt. Der Siedepunkt ist die höchste am Thermometer im Kolben beobachtete Temperatur und wird gewöhnlich erreicht, wenn der Boden des Kolbens trocken geworden ist. Ist der Boden des Kolbens nicht trocken, so ist dies zu vermerken.

Falls die Zeit zum Verdampfen der letzten 5 ccm und zum Erreichen des Endpunktes 5 Minuten übersteigt, ist die Prüfung zu wiederholen und die Wärmezufuhr zu regeln, sobald der Rückstand 5 ccm erreicht. Diese Einstellung muß die Wirkung haben, daß die Zeit zur Verdampfung der letzten 5 ccm Kraftstoff und zum Erreichen des Endpunktes zwischen 3 und 5 Minuten liegt.

Das gesamte Raummaß des im Meßzylinder aufgefangenen Stoffes soll als Destillat vermerkt werden. Der abgekühlte Rückstand ist aus dem Kolben in ein kleines in $0,1$ ccm geteiltes Meßglas zu gießen, kalt zu messen und als Rückstand zu vermerken. Der Unterschied zwischen 100 ccm und der Summe des Destillats und des Rückstandes soll als Destillationsverlust berechnet und vermerkt werden.

7112

Genauigkeit.

Bei sorgfältiger Ausführung und Beachtung der Einzelheiten dürfen die Ergebnisse von wiederholten Bestimmungen des Siedebeginns und Siedendes nicht um mehr als je 3°C voneinander abweichen. Die wiederholten Ablesungen des Raummaßes des im Meßglas bei der einen oder anderen vorgeschriebenen Temperatur angesammelten Destillats sollen um höchstens 2 ccm voneinander abweichen. Falls die Ablesungen bei bestimmten Teilstreichen vorgenommen werden, sollen die Temperaturdifferenzen höchstens Werte entsprechend 2 ccm Destillat an jedem der in Frage kommenden Punkte erreichen.

7113

Berücksichtigung des Luftdrucks.

Der tatsächliche Barometerstand soll festgestellt und vermerkt werden, doch soll eine Berichtigung nur im Streitfall vorgenommen werden. In solchen Fällen sollen die Temperaturpunkte auf 760 mm QS nach folgender Formel umgerechnet werden:

$$C_c = 0,00012 \cdot (760 - P) \cdot (273 + t_c)$$

worin C_c die zur beobachteten Temperatur t_c zuzuschlagende Berichtigung und P den Barometerstand in mm QS bedeutet.

Nachstehende Tafel gibt mit hinreichend genauer Annäherung die nach vorstehender Formel vorzunehmenden Berichtigungen an.

Temperaturbereich °C	Berichtigung *) je 10 mm Druckunterschied
10 bis 30	0,55° C
30 bis 50	0,38° C
50 bis 70	0,40° C
70 bis 90	0,42° C
90 bis 110	0,45° C
110 bis 130	0,47° C
130 bis 150	0,50° C
150 bis 170	0,52° C
170 bis 190	0,54° C
190 bis 210	0,57° C
210 bis 230	0,59° C
230 bis 250	0,62° C
250 bis 270	0,64° C
270 bis 290	0,66° C
290 bis 310	0,69° C
310 bis 330	0,71° C
330 bis 350	0,74° C
350 bis 370	0,76° C
370 bis 390	0,78° C
390 bis 410	0,81° C

*) Zuzufügen, wenn der Barometerstand niedriger als 760 mm. abzuziehen, wenn er höher als 760 mm war.

F. Dampfdruck nach Reid.

I. Prüfeinrichtung (s. a. Abb. 3).

Dampfdruckbombe.

Die aus zwei Teilen oder Kammern, der oberen oder Luftkammer und der unteren oder Kraftstoffkammer, bestehende Bombe soll nachstehenden Bedingungen genügen.

a) Luftkammer.

Der obere Teil oder die Luftkammer ist ein zylindrisches Gefäß mit den Innenabmessungen 51 bis 54 mm Durchmesser und 254 ± 3 mm Länge. In ein Ende der Luftkammer ist ein Rohrgewinde $\frac{1}{4}$ " zur Aufnahme der Manometerkupplung nach Abb. 3 eingeschnitten. Im anderen Ende der Luftkammer ist eine Öffnung von etwa 13 mm Durchmesser zur Verbindung mit der Kraftstoffkammer vorgesehen. Die Luftkammer muß sich vollkommen entleeren, wenn sie senkrecht gehalten wird, darum sind die beiden Enden leicht konisch.

b) Kraftstoffkammer zur Aufnahme von Kraftstoff bei Atmosphärendruck.

Der untere Teil oder die Kraftstoffkammer ist ein zylindrisches Gefäß von gleichem Durchmesser wie die Luftkammer und einer Innenlänge von 64 ± 2 mm. An einem Ende der Kraftstoffkammer ist eine Öffnung von etwa 13 mm Durchmesser zur Verbindung mit der Luftkammer vorgesehen. Die Art dieser Öffnung wird durch das zur Verbindung verwendete Verfahren bedingt. Das andere Ende der Kraftstoffkammer ist geschlossen. Wird die Kraftstoffkammer umgedreht, so muß der Inhalt vollständig ablaufen können; darum weist die Kraftstoffkammer einen leicht konischen Oberteil auf.

c) Kraftstoffkammer zur Aufnahme von Kraftstoff unter Überdruck.

Wo sich die Entnahme einer Probe durch Eintauchen der Kraftstoffkammer in die Flüssigkeit nicht ermöglichen läßt (z. B. von Kraftstoff in Druck-

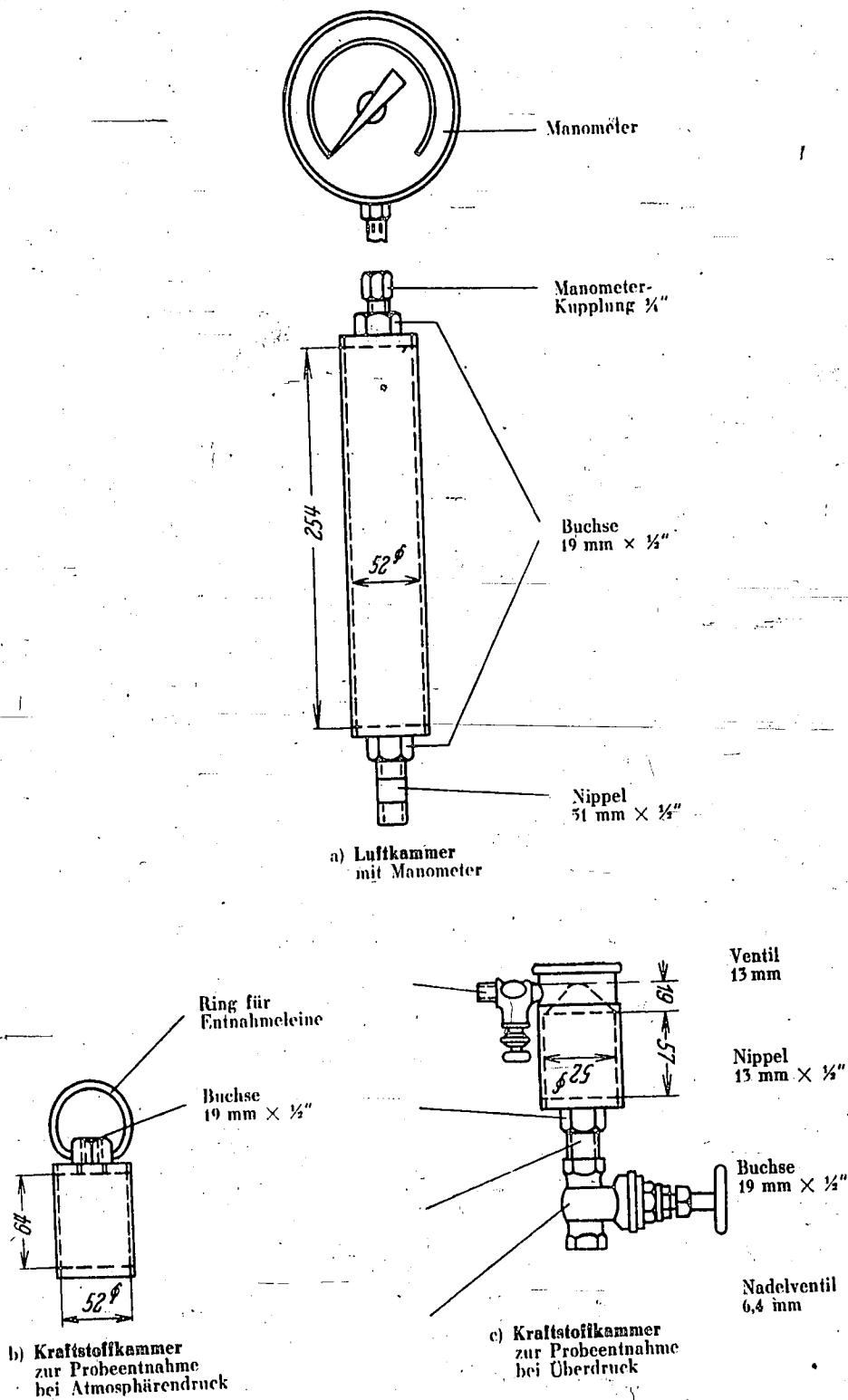


Abb. 3.
Prüfeinrichtung zur Prüfung des Dampfdruckes.

behältern oder in Rohrleitungen), soll ein Nadelventil von 6,4 mm Durchmesser nahe dem Boden der Kraftstoffkammer vorgesehen und ein Ventil von 15 mm in der Kupplung zwischen den Kammern eingeschaltet sein, wie in Abb. 3c dargestellt. Die senkrechten Abmessungen der eigentlichen Kraftstoffkammer in Abb. 3c sollen derart sein, daß das Ganze den Forderungen nach 7130/c für die veranschaulichte Ausführungsform genügt.

d) Verbindung von Luft- und Kraftstoffkammer.

Die Verbindung der Luft- mit der Kraftstoffkammer erfolgt durch ein einfaches Gewinde, die Abdichtung durch einen Bleiring. Unter den Versuchsbedingungen darf keine Undichtheit auftreten.

e) Rauminhaltsverhältnis der Luft- und Kraftstoffkammer.

Das Verhältnis des Rauminhaltes der Luftkammer zu dem der Kraftstoffkammer soll zwischen den Grenzen 3,8 und 4,2 liegen. Zur Bestimmung des Inhaltes der Luftkammer wird ein Verschlussstück $\frac{1}{4}$ " in die Manometerkupplung eingesetzt, die Kammer umgekehrt, diese mit Wasser bis zur Höhe des dauernd mit der Luftkammer verbundenen Teiles der Kupplung gefüllt und dann sorgfältig die Menge des Wassers gemessen. Zur Bestimmung des Rauminhaltes der Kraftstoffkammer wird diese mit Wasser bis zur Höhe des dauernd mit der Kraftstoffkammer verbundenen Teiles der Kupplung gefüllt und dann sorgfältig die Menge des Wassers gemessen.

7131

Manometer.

Das Manometer soll ein normales Röhrenfeder-Manometer von 115 mm bis 140 mm Durchmesser sein. Der Bereich des verwendeten Manometers richtet sich nach dem Dampfdruck der Kraftstoffprobe wie folgt:

Für Kraftstoffe mit einem Dampfdruck von höchstens $0,85 \text{ kg/cm}^2$ abs. bei $37,8^\circ \text{C}$ soll die Teilung bis 1 kg/cm^2 gehen. Für Kraftstoffe mit Dampfdrücken zwischen $0,85 \text{ kg/cm}^2$ und $3,2 \text{ kg/cm}^2$ abs. bei $37,8^\circ \text{C}$ soll die obere Grenze der Manometerteilung mindestens $3,2 \text{ kg/cm}^2$ und höchstens $4,2 \text{ kg/cm}^2$ betragen. Die Manometer sollen öfter nachgeprüft und bei Fehlern nachgestellt werden.

7132

Wasserbad.

Das Wasserbad soll solche Abmessungen haben, daß die Dampfdruckbombe bis zur Unterkante des Manometers eingetaucht werden kann. Es ist eine Vorrichtung zur Erhaltung einer konstanten Temperatur von $37,8 \pm 0,2^\circ \text{C}$ vorzusehen.

7133

Verbindungen.

- a) Alle dauernden Verbindungen können durch Weichlötung oder Verzinnung dicht gemacht werden.
- b) Besondere Gewinde oder andere Mittel können für die Verbindung zwischen den beiden Kammern zu dem Zweck verwendet werden, daß eine dichte Verbindung ohne Verwendung eines Schlüssels möglich wird.

7135

II. Verfahren.

Füllung der Kraftstoffkammer.

a) Entnahme aus Kesselwagen und offenen Behältern.

Die leere Kraftstoffkammer, Abb. 3b, soll zuerst in den Behälter der zu prüfenden Flüssigkeit eingetaucht werden und sich durch Auf- und Abschwenken in der Flüssigkeit füllen. Die erste Füllung ist zur gründlichen Auswaschung der Kammer bestimmt, die dann entleert werden soll. Dann ist die Kammer in gleicher Weise wieder zu füllen, wobei darauf zu achten ist, daß sie vollkommen gefüllt wird.

b) Entnahme aus unter Druck stehenden Systemen.

Es ist die oben und unten mit Ventilen versehene Kraftstoffkammer (Abb. 3c) zu verwenden.

Vor der Entnahme der Probe ist der zur Aufnahme der Flüssigkeit bestimmte Teil der Kraftstoffkammer auf oder unter die Temperatur des zu prüfenden Kraftstoffes abzukühlen. Die Probe soll wie folgt entnommen werden:

Beide Ventile werden geschlossen und die Kraftstoffkammer mit dem Behälter, der Rohrleitung oder einem anderen, die Prüfflüssigkeit enthaltenden Gefäß mittels des unteren Ventils der Kammer verbunden. Die Probe muß an einer solchen Stelle entnommen werden, die mit Sicherheit eine Durchschnittsprobe ergibt.

Bei geschlossenem oberem Ventil wird das Ventil am Behälter oder an der Rohrleitung, dann das untere Ventil an der Kammer geöffnet, wobei der Druck im Behälter oder in der Leitung voll auf die Kammer wirken darf. Das obere Ventil wird dann etwas geöffnet und soviel Kraftstoff daraus abgelassen, daß eine Menge von mindestens dem doppelten Inhalt der Kraftstoffkammer verdrängt wird. Dieses Verfahren sichert die Entfernung der ganzen Luft aus der Kammer. Das Ablassen soll so erfolgen, daß der Druck in der Kammer nicht unter den im Behälter oder in der Leitung sinkt. Nach Füllung der Kraftstoffkammer wird zuerst das obere und dann das untere Ventil geschlossen und die Kammer vom Behälter oder von der Leitung abgenommen. Nach Abnahme der Kraftstoffkammer ist diese sofort an die Luftkammer anzuschließen und das obere Ventil der Kraftstoffkammer zu öffnen. Wird die Luftkammer nicht sofort angeschlossen, so ist die Kraftstoffkammer sehr kühl zu halten, damit sie nicht durch die Ausdehnung ihres Inhalts gesprengt wird.

c) Entnahme durch Eingießen.

Eine Probe soll nur dann durch Eingießen in die Kraftstoffkammer gebracht werden, wenn die Anwendung der Verfahren nach a) und b) unmöglich ist. In diesem Fall sollen der Kraftstoff und die Kraftstoffkammer kalt genug sein, damit keine wesentliche Änderung in der Zusammensetzung der Probe beim Eingießen eintritt. Die nachstehende Tafel gibt die höchsten Eingießtemperaturen für Kraftstoffe mit verschiedenem Dampfdruck an. Die Verantwortung für Fehler beim Eingießen liegt allein beim Prüfenden. Eingießen soll nicht bei Schiedsversuchen angewendet werden.

Dampfdruck bei 37,8° C kg/cm ²	Temperatur-Höchstwerte der Probe und der Kammer beim Einfüllen ° C
0,65 oder darunter	10
0,65 bis 0,84	5
0,84 bis 1,12	-1
1,12 bis 1,40	-4
1,40 bis 1,75	-7
1,75 bis 2,10	-9,5

d) Entnahme durch Wasserverdrängung.

Wenn die Verfahren nach a), b) und c) nicht zugänglich sind, wird empfohlen, die Entnahme durch Wasserverdrängung vorzunehmen.

Durchführung der Prüfung.

Vor jeder Prüfung ist die Luftkammer nach Abnahme des Manometers sorgfältig von allen Kraftstoffdämpfen zu befreien, die aus vorherigen Prüfungen etwa verblieben sind. Die Reinigung erfolgt am besten durch Füllung der Luftkammer mit warmem Wasser (26 bis 38° C), das man ablaufen läßt. Dieser Vorgang ist mindestens fünfmal zu wiederholen. Wenn die Luftkammer einige Zeit vor der Vornahme der Prüfung gereinigt wird, soll sie mit Wasser (Temperatur beliebig) unmittelbar vor Beginn der Prüfung ausgespült werden. Vor jeder Prüfung soll das Manometer zur Entfernung etwa von früheren Prüfungen verbliebenen Kraftstoffes geschüttelt werden. Das Manometer ist an der Luftkammer zu befestigen.

Die Temperatur der Luft und des Wasserdampfes in der Luftkammer soll durch Einführung eines Thermometers mit genügendem Meßbereich und von genügender Genauigkeit in die Kammer unmittelbar vor der Verbindung mit der Kraftstoffkammer bestimmt werden. Das Thermometer soll in der Luftkammer mindestens 5 Minuten vor der Ablesung verbleiben. Diese Temperatur soll als »anfängliche Lufttemperatur« vermerkt werden. Die anfängliche Lufttemperatur muß die wirkliche Lufttemperatur in der Luftkammer sein, wenn diese an die Benzinkammer angeschlossen wird. Unmittelbar nach Bestimmung der anfänglichen Lufttemperatur soll die Luftkammer mit angeschlossenem Manometer mit der die Probe enthaltenden Kraftstoffkammer verbunden werden. Bei Verwendung einer Schraubverbindung kann etwas Schellack oder ein anderes Abdichtungsmittel am Gewinde die Herstellung einer dichten Verbindung erleichtern.

Die Dampfdruckbombe ist nun auf den Kopf zu stellen und in dieser Stellung mehrere Male kräftig zu schütteln. Die Bombe wird dann mindestens bis zur Unterkante des Manometers in das Wasserbad getaucht, das auf einer unveränderten Temperatur von $37,8 \pm 0,2^\circ \text{C}$ zu halten ist. Während sich die Bombe im Bade befindet, soll das Gerät sorgfältig auf Undichtigkeit beobachtet werden. Die Kupplungsvorrichtung des Gerätes muß, da sie am häufigsten betätigt wird, besonders überwacht werden. Zeigt sich eine Undichtigkeit, so ist die Prüfung abzubrechen.

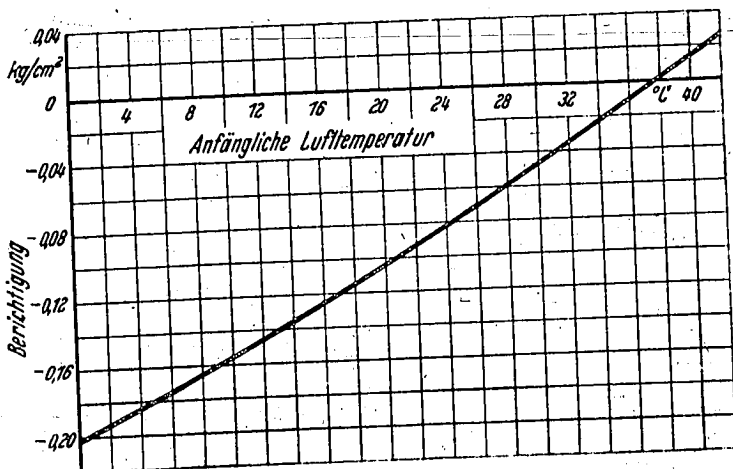
Nach 3 Minuten ist die Bombe aus dem Bad zu nehmen, umzukehren, zu schütteln und wieder in das Bad zu setzen. Danach soll die Bombe in Abständen von 2 Minuten aus dem Bad genommen, umgekehrt, kräftig geschüttelt und wieder in das Bad getaucht werden. Diese Vorgänge sollen schnell erfolgen, damit sich die Bombe und ihr Inhalt nicht abkühlen. Vor jedem Ausheben der Bombe aus dem Bad soll das Manometer abgelesen werden. Vor jeder Ableseung ist das Manometer leicht zu beklopfen. Die Temperatur soll auch genau beobachtet werden, damit man sicher ist, daß sie innerhalb der vorgeschriebenen Grenzen liegt.

Wenn die nacheinander vorgenommenen Manometerablesungen einen festen Wert angenommen haben, soll dieser als »unberichtigter Dampfdruck« vermerkt werden.

Dampfdruckberichtigung.

Infolge des Unterschiedes zwischen der anfänglichen Lufttemperatur und der Badtemperatur tritt eine Druckänderung des in der Luftkammer befindlichen Gemisches aus Luft und Wasserdampf ein. Diese Druckänderung ist als Be-

Berichtigung des Dampfdrucks
(Zu BVM 7137)



richtung dem unberichtigten Dampfdruck je nach ihrem Vorzeichen zuzufügen oder davon abzuziehen. Der so berichtigte Wert wird als »berichtigter Dampfdruck« vermerkt.

Die vorstehende Tafel zeigt die Berichtigung für anfängliche Lufttemperaturen zwischen 0° C und 42° C.

Da der Luftdruck in der Luftkammer dem äußeren Luftdruck entgegenwirkt, ist der einzige innen auf das Manometer wirkende Druck der absolute Dampfdruck der Flüssigkeit in der Bombe, so daß die Manometerablesung den absoluten Dampfdruck des Kraftstoffs in kg/cm² bei 37,8° C ergibt.

7138

Genauigkeit.

Bei hinreichender Sorgfalt und Beachtung der Einzelheiten dürfen die bei Wiederholungen erzielten Werte des Dampfdrucks voneinander um höchstens 0,04 kg/cm² abweichen.

G. Kristallisationsbeginn.

7150

10 ccm Kraftstoff (bei alkoholhaltigem Kraftstoff 100 ccm) werden in einem Reagenzglas, das in einem weiteren, mit Alkohol gefüllten befestigt ist, unter stetem Rühren langsam abgekühlt. Die Temperatur der zur Kühlung verwendeten Kältemischung (Alkohol-Kohlensäure) soll höchstens 5° C unter der Temperatur des Kristallisationsbeginns liegen.—Zur Temperaturmessung sind Stockpunkt-Thermometer nach DIN DVM 3662 zu verwenden.

Man kühlt so lange ab, bis sich Kristalle ausscheiden, und läßt den Kraftstoff unter dauerndem Rühren wieder wärmer werden, bis die Kristalle verschwinden. Die Temperatur der Kristallbildung und die des Verschwindens der Kristalle sind zu verzeichnen. Ihr Mittelwert gilt als Kristallisationsbeginn.

In Kraftstoff gelöstes Wasser gibt weit oberhalb des eigentlichen Kristallisationsbeginnes eine Trübung, in manchen Fällen sogar Flocken, die nicht mit Kraftstoffkristallen verwechselt werden dürfen. Die Temperatur, bei der solche Trübung während des Abkühlens erstmalig auftritt, ist als Trübungsbeginn zu verzeichnen.

H. Gehalt an verharzenden Bestandteilen.

I. Vorgebildetes Harz.

7160

100 ccm Kraftstoff werden in einer bis zum Kraftstoffspiegel von Dampf umströmten Glasschale (Jenaer Glas, halbkugelförmig, 10 cm Durchmesser, Höchstgewicht 50 g) auf dem Wasserbad verdampft, wobei ein Luftstrom von solcher Stärke auf den Kraftstoff aufgeblasen wird, daß dieser in längstens 20 Minuten verdampft ist. Danach ist die Glasschale mit Rückstand 1½ Stunden in einem Trockenschrank bei 110° C zu trocknen, in einem Chlorcalciumexsikkator 45 Minuten erkalten zu lassen und zu wiegen.

Bei bleihaltigen Kraftstoffen wird der Rückstand dann mit Benzol-Alkohol (2:1) aufgenommen, wenn die zulässige Harzmenge überschritten ist; die filtrierte Lösung wird eingedampft, der nun bleifreie Rückstand wie oben getrocknet und gewogen. Bei der Durchführung der Prüfung ist das unmittelbare Auftreten von Sonnenlicht auf Kraftstoffprobe und -Rückstand zu verhindern. Der Harzgehalt wird ausgedrückt in mg/100 ccm.

II. Neugebildetes Harz.

Prüfeinrichtung (s. Abb. 4).

7165

Als Prüfgefäße dienen Bomben aus V2A-Stahl, die aus einem Unterteil und einem mit Konusdichtung versehenen Deckel bestehen. Das zylindrische Unterteil hat folgende Abmessungen:

Innendurchmesser: 57 mm,

Außendurchmesser: 70 mm,

Höhe innen: 202 mm.

Die Wandstärke beträgt also 6,5 mm, der Inhalt etwa 500 ccm.

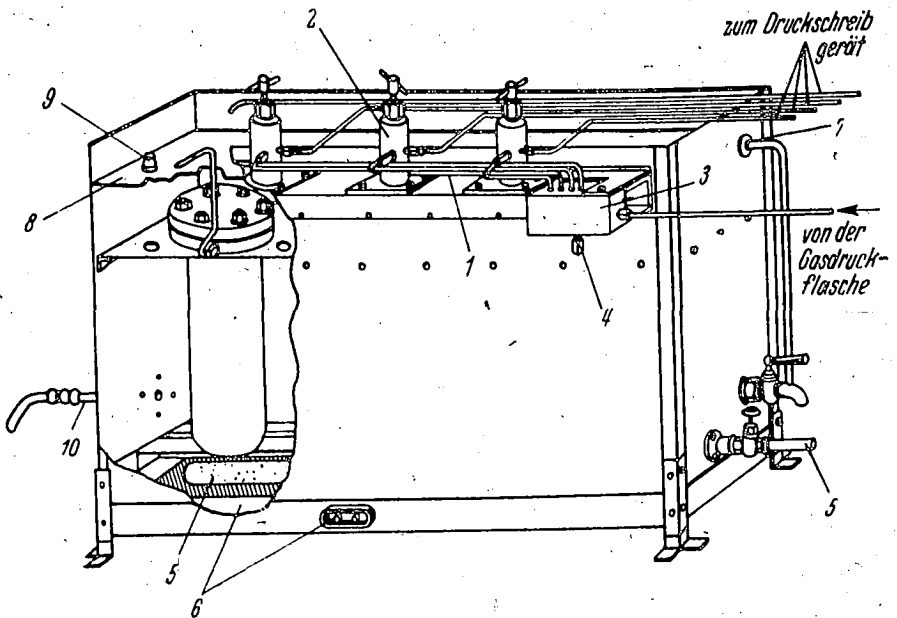


Abb. 4. Einrichtung zur Prüfung auf neugebildetes Harz.

Auf dem Boden jeder Bombe befindet sich an der Außenseite eine 1,5 cm breite angefräste Leiste, die in eine Nute im Zwischenboden des Wasserbehälters aus Kupfer paßt, in dem sich die Bomben während der Prüfung befinden; die Leiste soll das Drehen der Bombe beim An- und Abschrauben des Deckels verhindern.

Das Unterteil hat an seiner oberen Kante einen Flansch, in dem die Bolzenschrauben zur Befestigung des Deckels angeordnet sind. Da das Unterteil fest in dem Wasserbehälter verbleibt und bei jeder neuen Prüfung nur der Deckel abgenommen wird, ist die Sauerstoffzuführung ebenfalls in dem Flansch des Unterteils angebracht. Der Kraftstoff wird in einem Glasgefäß, das vor jedem Versuch peinlich gereinigt wird, in die Stahlbombe eingeführt. Der Deckel ist genau in die Konusdichtung eingeschliffen und wird durch 6 Bolzenschrauben fest und gasdicht auf das Unterteil gepreßt. Vier derartige Bomben sind in einem gemeinsamen Wasserbehälter aufgestellt und jede Bombe an einen Druckschreiber angeschlossen.

Der Sauerstoff wird durch Kupferkapillaren (1) mit Feinregelventilen (2) zugeführt. Als Feinregelventile dienen Stahlnadelventile mit Messingsitz. Während der Prüfung sind Zu- und Ableitung durch die Ventile völlig abgestellt und die Bomben nur mit dem Druckschreiber in Verbindung. Die Sauerstoffzuführungen jeder Bombe laufen in einem Verteilerstück (3) zusammen, das seinerseits mit der Sauerstoffflasche verbunden ist und zur Erleichterung der Entlüftung eine Schraube (4) aufweist.

Der Wasserbehälter wird mit Wasser, das in einem über der Prüfeinrichtung nach Abb. 4 angebrachten Heizgefäß auf 100° C vorgewärmt wird, zur Heizung der Bomben bis zur Höhe des Überlaufes (7) gefüllt*). Das Wasserbad ist so hoch, daß die Bomben völlig von Wasser bedeckt werden und somit unter gleichbleibenden Temperaturverhältnissen beobachtet werden können. Eine zusätzliche Beheizung, die vor allem die Temperatur während des Versuches gleichbleibend hält, ist in dem Unterteil des Wasserbehälters in Form einer starken elektrischen Heizung (6) vorgesehen. Der dichtschießende Deckel (8) mit Entlüftungsrohr (9)

*) Das Verteilerrohr (5) dient zur Heizung des Wasserbades durch überhitzten Dampf, wenn kein besonderes Heizgefäß vorgesehen ist, und kann somit gegebenenfalls fortfallen.

genügt, um die Einrichtung auch in allgemeinen Laboratoriumsräumen ohne lästige Dampfentwicklung aufstellen zu können.

Durch die Zuführung (10) wird nach der Prüfung Frischwasser eingelassen, wodurch die Bomben gekühlt werden.

7166

Durchführung der Prüfung.

Für jede Prüfung werden 200 ccm des Kraftstoffes bei 20° C. in das Glaseinsatzgefäß, das vorher mit Chromschwefelsäure, Soda und destilliertem Wasser einwandfrei gereinigt wurde, gefüllt und dieses in die sorgfältig gereinigte Stahlbombe eingesetzt, die bis zum unteren Flansch in Wasser von 20° C steht. Nach Einbringen der Probe wird der Deckel eingesetzt und mit Sechskantmuttern vorsichtig befestigt, wobei wechselseitig die gegenüberliegenden Schrauben anzuziehen sind, um eine Beschädigung der Dichtungsfläche zu vermeiden. Sodann wird der Wasserbehälter mit Wasser von 20° C bis zum Überlauf aufgefüllt und jede einzelne Bombe mit Sauerstoff mit einem Überdruck von 7 atü beschickt. Dann wird das Druckminderventil an der Sauerstoffvorratsflasche geschlossen, mit der Entlüftungsschraube der Sauerstoff aus der Bombe bis zum normalen Atmosphärendruck abgelassen. Dieser Vorgang ist noch einmal zu wiederholen. Nach diesem zweimaligen Durchspülen, das dazu dient, die Luft in den Bomben möglichst weitgehend durch Sauerstoff zu ersetzen, wird die Bombe zum drittenmal mit Sauerstoff von genau 7 atü gefüllt und nun das abschließende Feinregelventil an der Bombe geschlossen, so daß der Bombeninhalt nur noch durch die Kanäle des Feinregelventils mit dem Druckschreibgerät in Verbindung steht. Zur letzten Überprüfung der absoluten Dichtigkeit der Bomben ist der Wasserspiegel nach aufsteigenden Gasblasen zu beobachten und die gesamte Einrichtung bei 20° C 15 Minuten stehen zu lassen. In dieser Zeit muß die vom Schreibgerät aufgezeichnete Druckkurve bei 7 atü genau horizontal verlaufen. Ein gelindes Abfallen der Schreiblinie deutet auf eine Undichtigkeit der Einrichtung. Solche Undichtigkeit ist vor der eigentlichen Prüfung durch genaues Nachprüfen aller Anschlüsse und Verschraubungen zu beseitigen und der Sauerstoffdruck in der Bombe wieder genau auf 7 atü zu bringen.

Hat sich die Einrichtung als völlig dicht erwiesen, so wird das kalte Wasser abgelassen und der Wasserbehälter mit dem inzwischen auf 100° C angewärmten Wasser aus dem Heizkörper gefüllt. Die elektrische Zusatzheizung des Wasserbades wird eingeschaltet, die während der Prüfung die Siedetemperatur erhält. Innerhalb von 15 Minuten soll das Wasser, welches sich beim Einfüllen in das kalte Badgefäß etwas abgekühlt hat, wieder auf 100° C angewärmt sein. Damit ist die eigentliche Prüfung eingeleitet, der Kraftstoff bleibt diesen Bedingungen 240 Minuten, vom Erreichen der Siedetemperatur des Wasserbades ab gerechnet, ausgesetzt. Es ist selbstverständlich, daß die Einrichtung dauernd überwacht werden muß. Zweckmäßig wird der Beginn der Siedetemperatur des Wasserbades durch eine Marke auf der Drucklinie gekennzeichnet und ebenso nach Ablauf von 240 Minuten (von der ersten Marke ab gerechnet) eine zweite Marke auf der Drucklinie angebracht, die den Abschluß der Prüfung kennzeichnet. Sowie diese zweite Marke erreicht ist, wird die Prüfung beendet und der Bombeninhalt so schnell wie möglich abgekühlt. Zu diesem Zweck wird das kochende Wasser sofort abgelassen und gleichzeitig kaltes Wasser durch die vorgesehene Zuführung am Boden des Wasserbades eingeleitet. Der Zufluß des kalten Wassers wird so geregelt, daß die obere Öffnung des Überlaufes gerade mit dem Wasserspiegel abschließt. In dieser Frischwasserzuführung läßt man die Einrichtung 30 Minuten. Nach dieser Zeit sind die Bomben samt Inhalt hinreichend abgekühlt, und es wird das kalte Wasser wieder bis unter die Flanschen abgelassen.

Die Bomben werden geöffnet, nachdem der Druck durch das Entlüftungsventil abgelassen ist und durch erneutes Einleiten von Sauerstoff aus der Ersatzflasche ein sehr geringer Überdruck hergestellt ist, der die zwischen Deckel und Flansch befindlichen Wasserreste abläßt und auf diese Weise das Eindringen von Wasser in das Innere der Bomben verhindert.

Von den Proben wird der Harzgehalt und die Neutralisationszahl bestimmt. Als Einleitungszeit gilt die Zeit vom Erreichen der Siedetemperatur des Wasserbades ab bis zum Eintreten eines Druckabfalles. Als Druckabfall gilt der Abfall der Kurve vom Höchstwert bis zum Ende der Prüfung (vor Ablassen des heißen Wassers).

J. Neutralisationszahl.

7180 10 g Alkohol werden in einem mit eingeschlifftem Glasstopfen versehenen Erlenmeyerkolben eingewogen und mit $\frac{1}{10}$ n-Kalilauge (alkoholisch) neutralisiert (Indikator: Alkaliblau oder Phenolphthalein). Nach Zusatz von 10 g Kraftstoff wird weiter bis zum Umschlag titriert. Werden hierbei a ccm $\frac{1}{10}$ n-Lauge verbraucht, so ist die Neutralisationszahl

$$\text{N.-Z.} = \frac{a \cdot 5,611}{10}$$

Die Neutralisationszahl ist vor und nach der Prüfung des Kraftstoffes auf neugebildetes Harz (s. 7166) zu bestimmen.

K. Schwefelgehalt.

7190 *Prüfeinrichtung.*

Die Prüfeinrichtung (Abb. 5) besteht aus einem mit Gas auf eine Strecke von etwa 80 mm beheizten Quarzrohr und einer angeschliffenen Absorptionsvorlage. Das Quarzrohr (500 mm Länge, 17 mm lichte Weite) ist etwa in der Mitte mit drei eingeschmolzenen Einsätzen versehen, einer durchlocherten Klarquarzplatte (a) und zwei Quarzfilterplatten (b) und (c). Die Klarquarzplatte (a) dient dazu, die brennbaren Dämpfe mit der Luft gut zu mischen sowie ein etwaiges Weiterlaufen flüssigen, noch nicht verdampften Kraftstoffes zur ersten Filterplatte (b) hin zu vermeiden. Letztere soll ein Zurückschlagen der sich hinter ihr entzündenden Flamme verhindern. Filterplatte (c) hält den bei unvorsichtigem Verbrennen infolge Sauerstoffmangels etwa vorübergehend gebildeten Ruß zurück. Das Quarzrohr ist in einem einfachen Gestell mit ganz geringem Gefälle in Richtung des Luftstromes gelagert. Das Gestell trägt außerdem verschiebbar auf zwei Schienen ein mit Asbest ausgekleidetes Gehäuse, innerhalb dessen die Beheizung des Quarzrohres zwischen den Filterplatten (b) und (c) erfolgt.

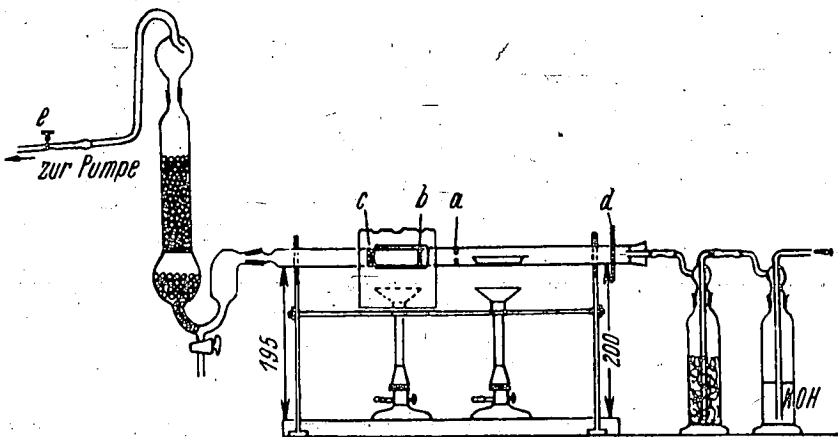


Abb. 5. Prüfeinrichtung zur Bestimmung des Schwefelgehaltes

- | | |
|-----------------------|------------------|
| a) Klarquarzplatte | d) Asbestplatte |
| b) Quarzfilterplatten | e) Klemmschraube |

Die Absorptionsvorlage enthält eine dicke, feinporige Glasfilterplatte und darunter eine kugelförmige Erweiterung, die zum Teil mit Glaskugeln gefüllt ist. Der Raum über der Filterplatte ist zu etwa zwei Dritteln ebenfalls mit Kugeln gefüllt. Die in die Vorlage hineinzugende Absorptionsflüssigkeit wird etwa je zur Hälfte auf diese beiden Räume verteilt. Im unteren Raum findet die Hydratisierung des in den Verbrennungsgasen enthaltenen Schwefeltrioxyds statt. Dieses wird alsdann in der Filterplatte aggregiert. In der über dieser stehenden Flüssigkeit er-

folgt endlich die Absorption der letzten Reste von sauren Bestandteilen, wobei die Kugelfüllung, die noch über den Flüssigkeitsspiegel hinausreicht, ein Mitführen vernebelter Flüssigkeitsteilchen mit dem Gasstrom verhindert.

An die Absorptionsvorlage wird mittels weichen Vakuumschlauches eine Luftpumpe angeschlossen, mit deren Hilfe die zur Verbrennung der Kraftstoffprobe benötigte Luft durch die ganze Einrichtung gesaugt wird. Die Klemmschraube (e) dient zur Regelung des Verbrennungsluftstromes bei gleichmäßig weiterlaufender Pumpe. Bei Verwendung einer Wasserstrahlpumpe ist Zwischenschaltung einer Wulffschen Flasche und — zwischen dieser und der Pumpe — eines kleinen Glasrückschlagventils erforderlich, um ein Zurücklaufen von Wasser beim Drosseln des Verbrennungsluftstromes zu verhindern.

Die in das Brennrohr einzuführende Verbrennungsluft strömt zuvor durch eine Waschflasche mit Kalilauge und eine trockene, mit Glaswolle gefüllte Waschflasche.

7191

Durchführung der Prüfung.

Die Absorptionsvorlage wird mit 50 ccm 3%iger Wasserstoffsperoxydlösung gefüllt, wobei diese je zur Hälfte in den rechten und den linken Schenkel der Vorlage gefüllt wird.

Zur Aufnahme der Kraftstoffprobe dient ein Glasröhrchen von höchstens 12 mm äußerem Durchmesser und etwa 90 mm Länge (Rauminhalt 5 bis 6 ccm), welches durch Ausziehen auf einer Seite geschlossen worden ist. Die offene Seite des Röhrchens wird nach dem Füllen mit einem kleinen Korken verschlossen. Nach dem Wägen auf einem geeigneten Schiffchen (Nr. 0,4360 der Staatlichen Porzellanmanufaktur, Berlin) wird unmittelbar vor dem Einschieben des Schiffchens in das Quarzrohr das abgeschmolzene Ende der ausgezogenen Capillare abgebrochen und neben das Röhrchen in das Schiffchen gelegt. Das Röhrchen zeigt dabei mit der Capillare in Richtung auf die Filterplatte.

Anmerkung:

Beim allmählichen Erwärmen des Schiffchens verdampft zunächst die Probe durch die geöffnete Capillare. Gegen Ende der Verbrennung verbrennt dann der Korken, der bekanntlich schwefelfrei ist, und öffnet damit das Röhrchen auch von der Rückseite aus, so daß nun auch etwaige Rückstände im Röhrchen restlos verbrennen können.

Das fertig beschickte Schiffchen wird alsdann in das Quarzrohr bis auf 1 bis 3 cm Entfernung von der durchlochten Quarzplatte (a) eingeschoben und das Quarzrohr mittels des Korkens geschlossen, der das Anschlußröhrchen zu den Luftwaschflaschen trägt. Der Korken ist durch eine auf das Quarzrohr geschobene Asbestplatte (d) gegen Hitzeeinwirkung geschützt. Nun ist der Brenner unter der Mitte des Quarzrohres zu entzünden, wobei darauf zu achten ist, daß nur der Raum, der hinter der ersten Quarzfilterplatte (b) liegt, beheizt werden darf. Schließlich ist dann noch die Vakuumpumpe bei geschlossener Klemmschraube am Schlauch hinter der Absorptionsvorlage anzustellen.

Die Verbrennung geht wie folgt vor sich: Sobald das Quarzrohr zwischen den Filterplatten (b) und (c) rotglühend geworden ist, wird die Klemmschraube (e) hinter der Absorptionsvorlage langsam etwas geöffnet, bis durch die Luftwaschflasche und durch die Absorptionsvorlage einzelne Luftblasen (etwa 3 in der Sekunde) durchperlen. Dann wird das die Probe enthaltende Schiffchen mit ganz kleiner Brennerflamme, am vorderen Ende beginnend, beheizt. Mit allmählich eintretender Verdampfung der Kraftstoffprobe wird nun bald auf der Rückseite der ersten Quarzfilterplatte (b) ein blaues Flämmchen auftreten. Sobald es größer wird, muß durch allmähliches Öffnen der Klemmschraube (e) der Luftstrom derartig gesteigert werden, daß vollkommen rußfreies Verbrennen stattfindet.

Die Verbrennung, deren Dauer 5 bis 10 Minuten beträgt, endet, indem mittels der Klemmschraube (e) der Verbrennungsluftstrom langsam wieder bis auf wenige Luftblasen gedrosselt wird, während gleichzeitig etwaige Niederschläge zwischen Schiffchen und erster Filterplatte vorsichtig mit einem Brenner verdampft werden. Schließlich wird das Quarzrohr hinter der zweiten Filterplatte (c) bis zum Schließ

hin durch Fächeln mit einer Flamme ziemlich kräftig erwärmt, damit die geringe SO_2 -Haut, die sich auf der Innenoberfläche des Quarzrohres niederschlägt, in die Absorptionsvorlage hinübergetrieben wird.

Die Prüfung wird beendet, indem nach Abstellen der Pumpe die Absorptionsvorlage entleert, zweimal mit destilliertem Wasser gut ausgespült und der Gehalt der so gewonnenen Lösung bei Schiedsanalysen gravimetrisch als BaSO_4 , sonst durch Titration bestimmt wird.

Das Entleeren und Spülen der Vorlage gelingt leicht, wenn abwechselnd an den einen oder anderen Schenkel ein kleines Gummi- oder Metallgebläse angesetzt und mit dessen Druck die Flüssigkeit durch die Filterplatte hindurchgedrückt wird. Für titrimetrische Bestimmung ist Verwendung von saurefreiem Wasserstoffsperoxyd (z. B. aus säurefreiem Perhydrol von Merck) als Absorptionsflüssigkeit Vorbedingung*). Titriert wird mit $\frac{1}{10}$ -normaler Na_2CO_3 -Lösung (z. B. aus Fixanallösung von Haën. Die konzentrierte Na_2CO_3 -Lösung in Ampullen hat gegenüber Kalilauge den Vorteil, sich nicht durch Angriff des Glases in ihrer Konzentration zu ändern). Die Genauigkeit des Titrierens kann durch Verwendung von in $\frac{1}{10}$ ccm geteilten Buretten, möglichst auch mit Nullpunkteinstellung, erhöht werden. Als Indikator dient Methylorange. Es entspricht 1 ccm $\frac{1}{10}$ -n Na_2CO_3 -Lösung einer Schwefelmenge von 0,001 g.

L. Korrosion.

7200

Ein blank geschmirgelter Kupferblechstreifen (Maße: 100 mm Länge, 10 mm Breite, 1 mm Dicke), der in der Mitte mit vier gleichmäßig über die ganze Länge des Bleches verteilten Aluminiumnieten von 2 mm Durchmesser versehen ist, wird zur Hälfte in ein mit Kraftstoff gefülltes Reagenzglas von etwa 200 mm Länge und 25 mm lichter Weite eingetaucht, derart, daß der Blechstreifen bis zu seiner halben Länge mit Kraftstoff bedeckt ist. Das Reagenzglas wird mit einem Korken verschlossen, in den ein Glasrohr von etwa 400 mm Länge und 5 mm lichter Weite so eingeführt ist, daß es mit der Unterkante des Korkens abschließt.

Das Reagenzglas mit dem Kupferblech wird drei Stunden in einem Wasserbad von 50°C erwärmt. Nach dieser Behandlung darf der Kupferstreifen keine grauen oder schwarzen Flecke oder Anfrassungen aufweisen; Anlauffarben bleiben hierbei unberücksichtigt.

M. Gehalt an Alkohol und anderen Zusätzen.

7210

Alkohol (Azeton) ist vorhanden, wenn der Kraftstoff beim Ausschütteln mit 50%iger Lösung von Chlorcalcium um mehr als 5% abnimmt. Zum Nachweis des Vorhandenseins und gleichzeitig zur Bestimmung der Menge wasserlöslicher Zusätze (Methylalkohol, Äthylalkohol, Azeton) schüttelt man 20 ccm Benzin mit 50 ccm einer 50%igen Lösung von kristallisiertem Chlorcalcium aus und ermittelt die Volumenabnahme der Kraftstoffschicht.

7211

Bleitetraäthyl (als Äthylfluid) ist meist schon an der blauen Färbung zu erkennen. Bei Belichtung scheiden solche Kraftstoffe Flocken aus.

Mengenmäßige Bestimmung von Blei:

a) Alkoholfreie-Kraftstoffe:

100 ccm Kraftstoff werden mit einer 50%igen Lösung von Brom in CCl_4 bis zur bleibenden Braunfärbung versetzt. Der Niederschlag wird sofort auf einem Glasfiltertiegel abfiltriert, mit Petroläther ausgewaschen und dann durch Auskochen mit Salpetersäure zersetzt. Die Lösung wird auf etwa 3 ccm eingedampft, mit Ammoniak neutralisiert und dann mit 5 ccm 50%iger Essigsäure und mit 40 ccm einer 5%igen Kaliumbichromatlösung versetzt. Man erhitzt die Lösung bis zum Sieden und hält etwa 5 Minuten unter Rühren die Wärme. Nach einigem Stehen wird der Niederschlag (Bleichromat) abfiltriert, bei 105°C getrocknet und nach dem Erkalten gewogen.

*) Es ist zu beachten, daß säurefreie 5%ige Wasserstoffsperoxydlösung nicht haltbar ist und daher nicht älter als 14 Tage sein sollte.

Berechnung:

Der Bleigehalt in Bleichromat PbCrO_4 (Mol.-Gew. 325,2) entspricht dem Bleigehalt in Bleitetraäthyl $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$ (Mol.-Gew. 323,4).

b) Alkoholhaltige Kraftstoffe:

Alkoholhaltige Kraftstoffe werden zunächst durch Ausschütteln mit Wasser vom Alkohol befreit, dann nach 7211/a geprüft. Das Wasser wird auf Bleifreiheit geprüft.

7212

Amine sind durch Ausschütteln mit verdünnter Schwefelsäure, Abtrennen der wäßrigen Schicht, Zusetzen von Alkali bis zur alkalischen Reaktion, Ansäuern und Verdampfen des Äthers erkennbar. Hinterbleibt ein öliger, nach Heringslake riechender Rückstand, so sind *Amine* vorhanden.

N. Bestimmung der Jodzahl nach Hanus.

7220

Zur Bestimmung der Jodzahl (J.-Z.) wird eine Lösung (Hanuslösung) von 10 g Jodmonobromid in 500 ccm Eisessig benötigt, die sich in Stöpselflaschen gut hält.

a) Alkoholfreie Kraftstoffe:

Das Gewicht der erforderlichen Kraftstoffprobe ist abhängig von der zu erwartenden Jodzahl:

$$\text{Einwaage in g etwa} = 25,4/\text{J.-Z.}$$

also beträgt bei einer

Jodzahl:	über 120	120 bis 60	unter 60
die Einwaage:	0,1 bis 0,2 g	0,2 bis 0,4 g	0,4 bis 0,8 g

Die eingewogene Kraftstoffprobe ist in einem Jodkolben (200 bis 300 ccm) oder einer Stöpselflasche in 10 ccm Eisessig aufzulösen. Sollte sich die Kraftstoffprobe in Eisessig nicht auflösen, so ist eine neue Probe in 10 ccm Chloroform zu lösen. Auf die aufgelöste Probe läßt man nun 25 ccm Hanuslösung unter wiederholtem Umschwenken $\frac{1}{2}$ Stunde, bei einer Jodzahl über 120 etwa $\frac{1}{4}$ Stunde einwirken. Nach Zusatz von 15 ccm Jodkaliumlösung (1:9) und 50 ccm Wasser ist unter stetem Umschwenken mit n/10-Thiosulfatlösung bis zur Gelbfärbung zu titrieren, 1 ccm Stärkelösung hinzuzugeben und bis zur Farblosigkeit zu titrieren.

Der Überschuß an Hanuslösung soll etwa 60 bis 70% der davon zugesetzten Menge betragen.

In einer blinden Probe wird unter gleichen Bedingungen der Titer der Hanuslösung gestellt; obwohl sich der Titer, namentlich bei Verwendung von reinstem Eisessig, wenig (weniger als 0,075% Abnahme täglich) ändert, empfiehlt sich öftere Nachprüfung, besonders an warmen Tagen.

Aus der Einwaage a, dem Titerwert b der zugesetzten und c der zurücktitrierten Hanuslösung und dem Faktor f der Thiosulfatlösung berechnet sich die Jodzahl

$$\text{J.-Z.} = \frac{(b - c) \cdot 0,01269 \cdot f \cdot 100}{a}$$

Beispiel: Auf 0,1402 g Elaidinsäure wurden 100 ccm JBr entsprechend 19,9 ccm n/10 — Thios. (f = 1,0057) vorgelegt.

Der Überschuß an Hanuslösung (51%) wurde mit 10,8 ccm n/10 — Thios. zurücktitriert.

$$\begin{aligned} \text{J.-Z.} &= \frac{(19,90 - 10,88) \cdot 0,01269 \cdot 1,0057 \cdot 100}{0,1402} \\ &= 89,4 \text{ (theor. 89,9).} \end{aligned}$$

b) Alkoholhaltige Kraftstoffe:

Alkoholhaltige Kraftstoffe werden zunächst durch Ausschütteln mit Wasser vom Alkohol befreit und dann nach 7220/a geprüft.

Bemerkungen zu den Prüfvorschriften für Flugmotoren-Kraftstoffe zur Verwendung in Otto-Motoren

Ausgabe April 1938

Von Kurt Mayer-Bugström und Ernst Adolf Reußner, Berlin.

Anlässlich der Inkraftsetzung rechtsverbindlicher Prüfvorschriften für Flugmotoren-Kraftstoffe durch den Reichsminister der Luftfahrt werden die Überlegungen zusammengefasst, die für Entwicklung und Inhalt dieser Vorschriften maßgebend waren; ferner wird auf einige Gesichtspunkte und Möglichkeiten für den Ausbau der Vorschriften hingewiesen.

Inkraftsetzung und Entwicklung der Prüfvorschriften

Als rechtsverbindliche Unterlagen für die Prüfung und Abnahme von Luftfahrtgerät sind in der Prüfordnung für Luftfahrtgerät vom 21. August 1936 die vom Reichsminister der Luftfahrt zu erlassenden Bau- und Prüfvorschriften vorgesehen. Im Rahmen der Bauvorschriften für Flugmotoren (BVM) sind nach den „Prüfvorschriften für Flugmotoren-Schmieröle zur Verwendung in Otto-Motoren“¹⁾ nun auch die „Prüfvorschriften für Flugmotoren-Kraftstoffe zur Verwendung in Otto-Motoren“ — Ausgabe April 1938¹⁾ durch Veröffentlichung in Heft 17 (1938) der „Nachrichten für Luftfahrer“ in Kraft gesetzt worden.

Im wesentlichen entspricht der Inhalt dieser Vorschriften einem im Deutschen Luftfahrzeug-Ausschuß ausgearbeiteten Entwurf, der — nachdem längere Vorarbeiten zu einem gewissen Abschluß gelangt waren — im Juni 1936 herausgegeben, jedoch nicht amtlich in Kraft gesetzt wurde. Weiterhin umfassen die Kraftstoff-Prüfvorschriften eine Reihe von Änderungen und Ergänzungen, die anschließend an den Entwurf vom Juni 1936 unter weitestgehender Berücksichtigung der Erfahrungen der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt, Kraftstoffherstellern und -verbrauchern unter Hinzuziehung wissenschaftlicher Sachverständiger vorgenommen wurden; außerdem enthalten sie noch Änderungen und Ergänzungen, die zur Behebung von Widersprüchen und Unklarheiten erforderlich waren oder sich bei der Durchführung von Kraftstoffprüfungen im Lauf des letzten Jahres als zweckmäßig erwiesen hatten.

Zweck der Prüfvorschriften

Die Anforderungen an Flugmotoren-Kraftstoffe zur Verwendung in Otto-Motoren sind durch die Entwicklung neuer Flugmotorenmuster mit gesteigerten Hubraumleistungen, Drehzahlen, Ladedrücken und Ladetemperaturen sowie verringertem Kraftstoffverbrauch, ferner durch erhöhte betriebliche Forderungen, wie schnelles Anspringen der Motoren bei niedrigen Außentemperaturen, Flug in größeren Höhen, gute Lagerbeständigkeit u. a., im Lauf der Zeit immer mehr gestiegen. Es wurden daher Prüfverfahren entwickelt, mit denen das zu erwartende Verhalten eines Kraftstoffes im Flugmotor, seine Lagerbeständigkeit usw. mit möglichst hoher Wahrscheinlichkeit im Laboratorium im voraus bestimmt werden kann. Diese Prüfverfahren werden mit gewissen Abweichungen bei allen Kraftstoffherstellern und -verbrauchern angewendet. Es hat sich jedoch gezeigt, daß gerade diese mitunter geringfügigen Abweichungen der angewendeten Prüfverfahren häufig zu beträchtlichen Unterschieden der Prüfergebnisse führen und daher eine einheitliche Beurteilung der geprüften Kraftstoffe erschweren bzw. unmöglich machen. Die einheitliche Beurteilung der Kraftstoffe aber ist die Voraussetzung einer für Hersteller und Verbraucher gleich nützlichen Zusammen-

arbeit, sie zeigt dem Hersteller die Richtung, nach der eine Weiterentwicklung nötig ist, und gibt dem Verbraucher die Möglichkeit zum richtigen Einsatz.

Die Prüfvorschriften sollen nun eine einheitliche Durchführung der Prüfungen, wo sie auch immer stattfinden mögen, sicherstellen und so zu einer einheitlichen Beurteilungsmöglichkeit der Prüfergebnisse führen.

Inhalt der Prüfvorschriften

Die Prüfvorschriften für Flugmotoren-Kraftstoffe gliedern sich in zwei Teile: „Allgemeines“ und „Laboratoriums-Prüfverfahren“. Im Teil „Allgemeines“ ist zunächst das Wesen der Vorschriften gekennzeichnet und sodann der Rahmen der Kraftstoffprüfung festgesetzt. Als wesentlich ist dabei hervorzuheben, daß von der Prüfstelle von Fall zu Fall festgesetzt wird, welche der einzelnen in den Vorschriften enthaltenen Prüfverfahren jeweils anzuwenden sind. Sind also für die Feststellung einer Eigenschaft mehrere Verfahren angegeben, so ist damit nicht gefordert, daß diese Eigenschaft nach sämtlichen angegebenen Verfahren geprüft werden muß.

Die Prüfung eines Kraftstoffes auf seine Verwendbarkeit in einem bestimmten Motormuster besteht aus:

- Laboratoriumsprüfung einschließlich Klopfestigkeitsprüfung,
- 100 Stunden-Prüfstandserprobung und
- 100 Stunden-Flugerprobung in dem betreffenden Motormuster.

Während die Laboratoriumsprüfung und die Klopfestigkeitsprüfung im Teil II im einzelnen behandelt sind, ist von der Festlegung von Vorschriften für die Erprobung im Flugmotor zunächst abgesehen worden. An der nachstehenden Tafel sind die einzelnen im Teil II enthaltenen Prüfverfahren zusammengestellt und mit Angaben darüber versehen, welche Schlüsse aus den Prüfergebnissen in erster Linie zu ziehen sind. Darüber hinaus bestehen zwischen den Prüfergebnissen und dem Verhalten der Kraftstoffe in der Praxis noch manche Zusammenhänge, die indessen nicht so wichtig wie die angegebenen oder noch nicht einwandfrei geklärt sind.

Für die Auswahl der in den Prüfvorschriften enthaltenen Verfahren war im wesentlichen die Genauigkeit der Übereinstimmung der Prüfungsergebnisse bei wiederholter Prüfungsdurchführung maßgebend, um damit die erstrebte, schon oben erwähnte Grundlage zur einheitlichen Beurteilung der Prüfungsergebnisse zu sichern. Die meisten Verfahren werden mit geringen Abweichungen in der Durchführung schon seit geraumer Zeit von vielen Stellen, die Kraftstoffe zu prüfen haben, angewendet.

Nachstehend sind einige der in den Vorschriften enthaltenen Prüfverfahren erläutert. Eine der wichtigsten Laboratoriumsprüfungen ist die Bestimmung der Klopfestigkeit des Kraftstoffes, einer Eigenschaft, von deren Größe vor allem anderen die Verwendbarkeit eines Kraftstoffes in einem bestimmten Flugmotorenmuster abhängt.

Zur Durchführung der Prüfung der Klopfestigkeit stehen der CFR-Motor und der IG-Prüfmotor zur Verfügung. Die Bestimmung der Klopfestigkeit erfolgt nach dem „Motor-Verfahren“. Der Kraftstoff wird dabei mit Gemischen aus Kraftstoffen bekannter Klopfestigkeit verglichen. Die Klopfmotoren sind mit Einrichtungen versehen,

¹⁾ Sonderdrucke sind von der Zentrale für wissenschaftliches Berichtswesen (ZWB) bei der DVL, Berlin-Adlershof, Rudower Chaussee 16/25, zu beziehen.

die während des Betriebes eine Änderung des Verdichtungsverhältnisses und des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses ermöglichen. Die Vergaser dieser Motoren besitzen Vorrichtungen zum raschen Wechsell der zu vergleichenden Kraftstoffe; das Luft-Kraftstoffgemisch wird auf eine bestimmte Temperatur aufgeheizt, sämtliche Bedingungen, welche die Klopfestigkeit eines Kraftstoffes beeinflussen können, wie Drehzahl, Vorzündung, Kühlstofftemperatur u. a., sind genau festgelegt. Außer dem — „Motor-Verfahren“ — gibt es zur Prüfung der Klopfestigkeit noch das „Research-Verfahren“, bei dem der Kraftstoff in den gleichen Motoren unter ähnlichen, jedoch z. T. abgeschwächten Bedingungen (z. B. bei niedrigerer Drehzahl und ohne Gemischheizung) geprüft wird; das Research-Verfahren wird im allgemeinen nur für Kraftfahrzeugkraftstoffe verwendet, während für Flugmotorenkraftstoffe in Deutschland vorläufig allein das Motor-Verfahren vorgesehen ist. Beide genannten Motoren erfüllen die vorstehend angeführten Bedingungen. Der Hauptunterschied zwischen beiden Motoren liegt in der Größe des Hubraumes und in den für den Betrieb vorgesehenen Kühlstoffen und Kühlstofftemperaturen.

Eine weitere wichtige Prüfung stellt die Bestimmung des Siedeverhaltens dar. Die Kenntnis des Siedeverhaltens eines Kraftstoffes ist erforderlich zur Bestimmung des Anteils der leicht (d. h. bis zu etwa 75° C) und des der schwer (d. h. über etwa 180° C) siedenden Bestandteile. Jeder Kraftstoff für Otto-Motoren muß zur Erzielung leichter Gemischbildung, insbesondere bei niedrigen Außentemperaturen, einen gewissen Anteil an leicht siedenden Bestandteilen aufweisen. Jedoch darf dieser Anteil, um ein zu starkes Ansteigen des Dampfdruckes zu vermeiden, auch nicht zu groß sein. Das Vorhandensein schwer siedender Bestandteile ist wegen der damit verbundenen Rückstandsbildung im Motor unerwünscht.

Die Einrichtung zur Bestimmung des Siedeverhaltens ist ebenso wie das Verfahren selbst in den Vorschriften deshalb so eingehend beschrieben, weil gerade bei dieser Prüfung schon geringfügige Abweichungen zu anderen Ergeb-

nissen führen können und damit den Wert der Prüfungen in Frage stellen würden. — Außer dem in den Vorschriften enthaltenen Verfahren zur Bestimmung des Siedeverhaltens sind auch noch andere bekannt, denen jedoch der Nachteil größerer Streuung der Prüfergebnisse bei Prüfungswiederholungen (Fehlen der Eiskühlung!) und größerer Zerbrechlichkeit des Prüfgerätes anhaftet.

Zur Bestimmung des Kristallisationsbeginns ist für alkoholhaltige Kraftstoffe eine Probemenge von 100 cm³, für alkoholfreie Kraftstoffe dagegen nur eine solche von 10 cm³ vorgeschrieben. Der Grund dafür liegt darin, daß alkoholhaltige Kraftstoffe aus der Luft Wasser aufnehmen und die dadurch entstehenden Fehler bei geringer Probemenge stärker ins Gewicht fallen als bei einer größeren.

Bei der Bestimmung des Gehaltes an vorgebildetem Harz ist zu beachten, daß bei der Verdampfung bleihaltiger Kraftstoffe ein Teil des darin enthaltenen Bleies sich verflüchtigt, ein anderer Teil jedoch unter Zersetzung zurückbleibt und so zusammen mit dem zurückbleibenden Harz den Abdampfückstand des Kraftstoffes ergibt. Um das Harz nun von den bleihaltigen Rückständen zu trennen, wird der gesamte Rückstand mit Benzol-Alkohol aufgenommen, wobei das Harz, nicht aber die bleihaltigen Rückstände, in Lösung geht. Da die Bleizersetzung durch Sonnenlicht begünstigt wird, ist das Auftreffen von Sonnenlicht auf die Proben von bleihaltigen Kraftstoffen zu verhindern.

Außer der Bestimmung des vorgebildeten Harzes ist auch die des neugebildeten Harzes vorgesehen. Beim Lagern eines Kraftstoffes können sich im Laufe der Zeit Harze neu bilden, die zu einer Veränderung der Kraftstoffeigenschaften führen. Zur Feststellung der Neubildung von Harzen dient das in den Vorschriften angegebene Verfahren, bei dem der Kraftstoff der Einwirkung von Sauerstoff von 7 atü bei 100° C für einige Zeit ausgesetzt wird. Dabei wird der Kraftstoff in ähnlicher Weise wie während längeren Lagerens beeinflusst; die anschließenden Prüfungen

Zusammenstellung der in den Prüfvorschriften enthaltenen Prüfverfahren

BVM Nr.	Prüfverfahren	Prüfergebnis läßt schließen bezüglich des Kraftstoffverhaltens		gibt für die Kraftstoffzusammensetzung an
		im Motor auf	bei der Lagerung auf	
7055	Spezifisches Gewicht	Erforderliche Gemischeinstellung, mitzuführendes Kraftstoffgewicht	—	Anhalt für Zusammensetzung und Herkunft
7060	Brechungsvermögen	—	—	—
7070 bis 7094	Klopfestigkeit	Grundsätzliche Verwendbarkeit im betr. Motor, Leistung und Verbrauch	—	—
7100 bis 7112	Siedeverhalten	Vergasbarkeit bei niedriger Temperatur, Förderung bei hoher Temperatur (Dampfblasen) Rückstandsbildung	Verlust durch Verdampfung	Anteil der leicht- und der schwersiedenden Bestandteile
7130 bis 7138	Dampfdruck	—	—	—
7150	Kristallisationsbeginn	Förderung bei tiefer Temperatur	Lagerfähigkeit bei tiefer Temperatur	—
7150	Trübungsbeginn	—	Lagerfähigkeit bei tiefer Temperatur	Wasser bzw. Benzolbeimischung
7160	Vorgebildetes Harz	Rückstandsbildung	—	Harzgehalt
7165, 7166	Neugebildetes Harz	—	Lagerbeständigkeit	—
7188	Neutralisationszahl	—	—	Saure Bestandteile
7190, 7191	Schwefelgehalt	Korrosionsneigung	—	Schwefelgehalt
7200	Korrosion	Korrosionsneigung	Korrosionsneigung	—
7210	Alkoholgehalt	—	—	Alkoholgehalt
7211	Bleigehalt	Erhöhte Klopfestigkeit (s. o.)	Lagerbeständigkeit	Bleigehalt
7212	Aminegehalt	—	—	Aminegehalt
7220	Jodzahl	—	Lagerbeständigkeit	Gehalt an ungesättigten Bestandteilen

zeigen die nach längerem Lagern zu erwartenden Veränderungen der Kraftstoffeigenschaften. Das vorgesehene Prüfverfahren kann bei manchen Kraftstoffen stärkere Veränderungen als während des normalen Lagerns bewirken, jedoch ist anzunehmen, daß während des normalen Lagerns keine stärkeren Veränderungen als durch die Prüfung eintreten werden.

Der Schwefelgehalt eines Kraftstoffes muß bestimmt werden, weil Schwefel durch Bildung saurer schwefelhaltiger Produkte unter Einwirkung des Luftsauerstoffes Anlaß zu starken Korrosionen geben kann.

Wird einem Kraftstoff Alkohol oder Blei zugefügt, so erhöht sich die Klopfestigkeit, andererseits treten gewisse Nachteile auf; Alkohol ist ziemlich leicht entmischbar, während der Bleigehalt eines Kraftstoffes die Korrosion im Motor und den Aschegehalt der im Motor verwendeten Schmieröle erhöht. Aus diesem Grunde und weil eine wesentliche Steigerung der Klopfestigkeit nach der Prüfung im CFR-Motor (Motorverfahren) durch Erhöhung des Bleigehaltes über 0,09 Vol.-% hinaus nicht mehr eintritt, wird der Bleigehalt eines Kraftstoffes möglichst niedrig gehalten. Ein Gehalt an Aminen erhöht gleichfalls die Klopfestigkeit; Amine sind jedoch nur noch in vereinzelten ausländischen Flugmotorenkraftstoffen anzutreffen.

Ausbau der Prüfvorschriften

Durch die Inkraftsetzung rechtsverbindlicher Prüfvorschriften wird erstmalig die Durchführung der bei verschie-

denen Stellen und an verschiedenen Orten vorzunehmenden Kraftstoffprüfungen unter einheitlichen Voraussetzungen ermöglicht. Des weiteren werden alle Stellen, die sich mit der Prüfung von Flugmotorenkraftstoffen befassen, zu Änderungs- und Ergänzungsvorschlägen für die nach ihren Erfahrungen noch nicht dem neuesten Stand der Erkenntnis entsprechenden Abschnitte der Prüfvorschriften ange-regt. Diese Änderungs- und Ergänzungsvorschläge können sowohl die in den bestehenden Vorschriften enthaltenen Ver-fahren betreffen, als auch neue Verfahren für die jetzt schon geprüften Eigenschaften und für weitere, bisher noch nicht geprüfte Eigenschaften der Kraftstoffe. Das Endziel der Entwicklung von Verfahren für die Kraftstoffprüfung ist, das Verhalten eines Kraftstoffes im Flugmotor mit wenigen einfachen Laboratoriumsprüfungen ohne langwierige motorische Erprobung sicher vorausbestimmen zu können. Dieses Endziel dürfte bei synthetischen Kraftstoffen wahr-scheinlich eher als bei den übrigen zu erreichen sein, da die Zusammensetzung der synthetischen Kraftstoffe willkür-lich beeinflußt werden kann, die der übrigen aber größtenteils einer Beeinflussung unzugänglich ist.

Da der Ausbau der Vorschriften und ihre Anpassung an neue Erkenntnisse stets mit einem gewissen Zeitaufwand verbunden ist, enthalten die Prüfvorschriften die ausdrück-liche Ermächtigung der Prüfstelle, Abweichungen von den Vorschriften zu fordern oder zuzulassen, wenn dies auf Grund einwandfreier neuer Erkenntnisse berechtigt oder aus Sicherheitsgründen erforderlich ist.