



I.G.-Prüfmotor

Anleitung und Betriebsvorschrift

9558

Klopfwertbestimmung am J. G.-Prüfmotor

Anleitung und Betriebsvorschrift

Ausgabe C

Bearbeitet von Eugen Singer DDJ.

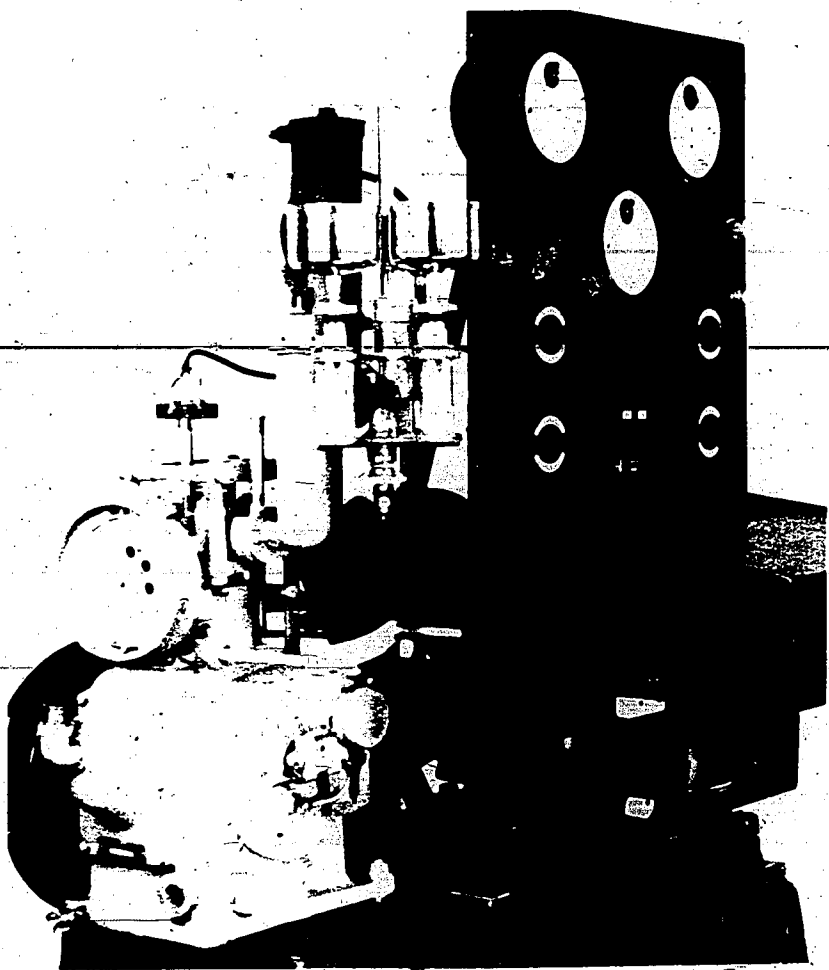
Herausgegeben vom Technischen Prüfstand Oppau

J. G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft Ludwigshafen a. Rh.

9559

Inhaltsverzeichnis.

I. Beschreibung	Seite 5
II. Technische Daten	" 8
III. Aufstellen und Bedienen	" 9
IV. Prüfbedingungen	" 15
V. Klopfmeßanlage	" 18
VI. Oktanzahlbestimmung	" 27
VII. Meßergebnis und -genauigkeit	" 34
VIII. Sonstige Klopfwertbestimmungen	" 41
IX. Instandhaltung	" 46
X. Eichkraftstoffe und Bleitetraäthyl	" 53
XI. Anschriften-Verzeichnis	" 57



I G Profmotor

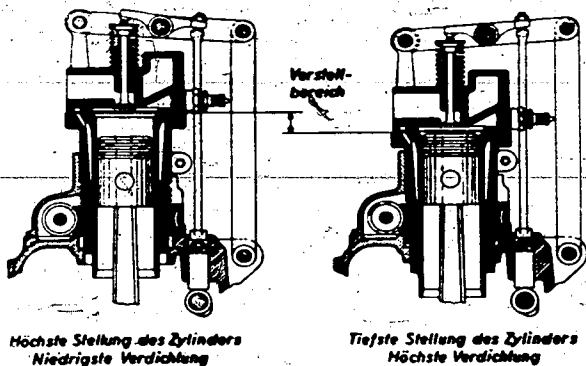
9561

I. Beschreibung.

Der I. G.-Prüfmotor dient zur Klopfwertbestimmung von Leichtkraftstoffen und besteht aus dem Vergasermotor, dem Generator und der Schalttafel. Motor und Generator sind auf einer gemeinsamen Grundplatte aufgebaut. Die Schalttafel trägt die notwendigen Meßinstrumente, den Schutzschalter, den Transformator und das Schreibpult.

Der Vergasermotor (vgl. Bild 1) ist ein stehender Einzylinder-motor mit 332 ccm Hubraum. In seinem Unterteil sitzt ein verschiebbarer Zylinder mit Flachgewinde. Die dazugehörige Mutter ist als Schneckenrad ausgebildet, in das eine Schnecke eingreift. Durch Drehen der Schnecke an der Handkurbel wird der Zylinder ver-

Bild 1.
Motor mit
veränderlicher
Verdichtung



schoben. Dadurch kann das Verdichtungsverhältnis während des Betriebes geändert werden, wobei durch eine entsprechende Anordnung der Schwinghebel das Ventilspiel unverändert bleibt. Das

jeweils eingestellte Verdichtungsverhältnis kann in den Grenzen von 4:1 bis 10:1 an einer Trommelskala abgelesen werden. Eine zweite Trommelskala zeigt annäherungsweise die Oktanzahl (OZ) an, wenn zuvor deren Skala dem verwendeten Prüfverfahren entsprechend eingestellt worden ist. Der Zylinderkopf ist abnehmbar und mit einer Reintz-Dichtung abgedichtet. Er trägt die hängenden Ventile aus bleifstem Werkstoff; beide Ventile laufen in auswechselbaren Führungsbüchsen. Weiter sitzt im Zylinderkopf noch der Springstiftapparat zum Messen der Klopfstärke. Der Leichtmetallkolben des Motors trägt zwei Dichtungsringe und einen Ölring und läuft in einer „nassen“ Zylinderbüchse aus Grauguß, die auswechselbar im Zylinder sitzt. Die Pleuelstange und die mehrteilige Kurbelwelle laufen in Rollen- bzw. Kugellagern. Die Umlaufschmierung besorgt eine regelbare Pumpe; der Schmierölstand und die Förderung können durch das zugehörige Schauglas überwacht werden. Die Zündung erfolgt durch einen Unterbrecher über eine Hochspannungsspule. Der Zündzeitpunkt kann verändert und auf einer nachstellbaren Skala abgelesen werden. Für die übliche Untersuchung wird mit gleichbleibender Vorzündung gearbeitet, was durch das Aufleuchten eines Neonröhrchens hinter dem Schwungrad überprüft werden kann. Der Strom für die Zündung wie auch für die Klopfmessung liefert eine vom Generator angetriebene Lichtmaschine. Der Zylinder wird durch Verdampfungskühlung je nach dem Untersuchungsverfahren mittels Wasser oder Glykol-Wasser-Gemisch gekühlt, wobei der Umlauf durch Schwerkraftwirkung geschieht und die entstehenden Dämpfe durch eine besondere Kühlschlange in einen Kondensator geführt und dort niedergeschlagen werden.

Der Vergaser hat 3 Schwimmergehäuse, die wahlweise auf die gemeinsame Düse geschaltet werden können. Auf jedem Gehäuse sitzt ein Kraftstoffbehälter. Dreht man diesen hoch, so erhöht sich der Schwimmerstand im zugehörigen Schauglas. Hierdurch wird das Gefälle des Benzins gegenüber der feststehenden Düsenmündung größer und dadurch das Kraftstoff-Luftgemisch fetter eingestellt. Zum Ablesen dieser Einstellung hat jedes der drei Schaugläser Marken. An diesen entspricht eine Teilstrichänderung einer ganzen Umdrehung am Kraftstoffbehälter.

Das Brennstoff-Luft-Gemisch kann in seiner Zuleitung durch einen Heizeinsatz elektrisch bis zu 150° C vorgeheizt werden. Die nötige Betriebsspannung wird durch einen Transformator erreicht; die Heizstromstärke und damit die Gemischtemperatur ist über einen Widerstand an der Schalttafel regelbar. Die Gemischtemperatur wird an einem Quecksilberthermometer abgelesen.

Der Antrieb und die Belastung des Prüfmotors geschieht über ein Keilriemenpaar durch einen gekapselten Drehstrom-Kurzschlußläufer. Dieser sitzt verschiebbar auf Spannschienen, um Riemenscheiben von verschiedenen Durchmessern aufnehmen zu können. Auf diese Weise wird die Drehzahl des Prüfmotors eingestellt. In der Regelausführung kann der Kurzschlußläufer entweder auf 380 oder auf 220 Volt Wechselstrom geschaltet werden. Die Drehzahl des Generators bleibt für die Verhältnisse des Prüfmotors konstant, während die Drehzahl des Vergasermotors durch die Größe der Keilriemenscheibe bestimmt wird. Über dem Generator sitzt die Lichtmaschine; beide sind durch einen weiteren Keilriemenantrieb verbunden.

Die Schalttafel sitzt unmittelbar auf dem Fundament, ist aber zum Transport durch zwei abnehmbare Hilfwinkel an die Grundplatte angeschraubt. Die Tafel trägt den Klopfmesser, den Leistungsmesser und den Heizstrommesser, deren Schalter, einen Regelwiderstand für die Gemischvorwärmung und ein Schreibpult. Ein Öl-schutzschalter legt bei Netzstörungen das Gerät durch gleichzeitiges Abschalten des Motor-, Heiz- und Zündstromes still. An einer Rändelschraube kann dieser Schalter auf die zulässige Stromstärke eingestellt werden. Heizstrom-, Klopfstrom- und Zündstromkreis sind jeder für sich auf der Rückseite der Schalttafel abgesichert. Diese und der Riementrieb sind gegen zufällige Berührung geschützt. Alle Hochspannungsschalter sind explosionsicher gekapselt.

II. Technische Daten.

a) Motor.

Bohrung 65 mm Verdichtungsverhältnis 4:1 bis 10:1

Hub 100 mm Lenkstangenverhältnis 1:4

Hubraum 332 ccm Kolbenspiel mindestens 0,04 mm.

Bei 900 U/min: Leistung etwa 0,8 KW, Verbrauch/Std. etwa 600 ccm

Bei 600 U/min: Leistung etwa 0,6 KW, Verbrauch/Std. etwa 400 ccm.

Schwungradumfang 1162 mm; 1 mm Umfang = 0,31

3,23 mm Umfang = 1

Einlaß-Ventilspiel kalt 0,20 mm

Auslaß-Ventilspiel kalt 0,25 mm

Auslaß-Ventil schließt im oberen Totpunkt.

Unterbrecher-Kontaktabstand 0,4 mm; öffnet 22° = 71 mm v. o. T.

Zündkerze: Bosch DM 145 T-1.

Schmierölpumpe: Rändelschraube etwa 4 Umdrehungen öffnen.

Fördermenge bei $n = 900$ etwa 250 ccm/Std.

Vergaserdüse: 0,60 mm Vergaserrichter: 13 mm.

Conti-Keilriemen zum Vergasermotor: 2 Stück $17 \times 11 \times 1900$ mm

Conti-Keilriemen zur Lichtmaschine: 1 Stück $17 \times 11 \times 775$ mm.

Gewicht ohne Wasser und Öl rd. 350 kg

Platzbedarf in aufgebautem Zustand: Länge rd. 1,2 m

Breite rd. 0,9 m

Höhe rd. 1,8 m.

b) Elektrische Ausrüstung.

Drehstrom-Kurzschlußläufer für 3-PS-Leistung.

Lichtmaschine für 130 Watt bei 12-Volt-Spannung.

Leistungsmesser mit eingebautem Nullpunkt-Widerstand.

Heizströmmesser von 0 bis 10 A Meßbereich.

Heizeinsatz für 100-Volt-Spannung und etwa 6 A Stromstärke.

Heizstrom-Transformator für 100-Volt-Ausgangsspannung.

Klopfeinlage, bestehend aus Springstiftapparat, Thermoumformer

mit Prüfnebenwiderstand und Anzeigeinstrument.

Ölschutzschalter mit Kontakten für Motor-, Heiz- und Zündstrom.

III. Aufstellen und Bedienen.

Der I. G.-Prüfmotor wird betriebsfertig geschaltet abgegeben. Durch 4 mitgelieferte Ankerschrauben wird die Grundplatte auf dem Fundament befestigt. Die Transportwinkel der Schalttafel werden von der Grundplatte gelöst und die Schalttafel unmittelbar auf dem Fundament angeschraubt. An der Schalttafel wird das mitgelieferte Schreibpult befestigt. Schmieröl, Schutzschalteröl und Kühlmittel werden wie vorgeschrieben aufgefüllt.

Zum Gerät sind folgende Anschlüsse vorzusehen (vgl. Bild 2):

- 1 Stromzuführung über einen Sicherungskasten. Im Regelfall beträgt die Betriebsspannung 380 Volt Drehstrom bei 50 Perioden.
- 1 gemeinsame Erdung der Schalttafel und des motorischen Teiles der Prüfanlage.
- 1 Auspuffleitung mit Ablaufhahn für Kondenswasser. Lichte Weite der Leitung $1\frac{1}{2}$ ". Innerhalb der Leitung höchstens drei Krümmer. Kein Auspufftopf.
- 1 Entlüftungsleitung zum Abführen der Dämpfe aus dem Motorgehäuse; lichte Weite der Leitung 1". Anschluß an den Motor durch eine Überwurfmutter.
- 1 Zuleitung für die Kondensatorkühlung. Lichte Weite $\frac{3}{8}$ ".
- 1 Rückleitung für die Kondensatorkühlung. Lichte Weite $\frac{3}{8}$ ". Die Rückkühlung mündet zweckmäßigerweise in einen Auffangtrichter zur Kontrolle des Wasserdurchlaufes und trägt ein Quecksilberthermometer.

Erwünscht ist die Zuführung einer Druckluftleitung zum Freiblasen der Behälter von Kraftstoffresten.

Alle Stromkreise sind auf der Schalttafel-Rückseite abgesichert. Der Anschluß an das Kraftnetz erfolgt über die 3 Klemmen R-S-T, wobei die Stromzuführung in der auf Bild 4 angegebenen Stärke beim Aufstellen abzusichern ist.

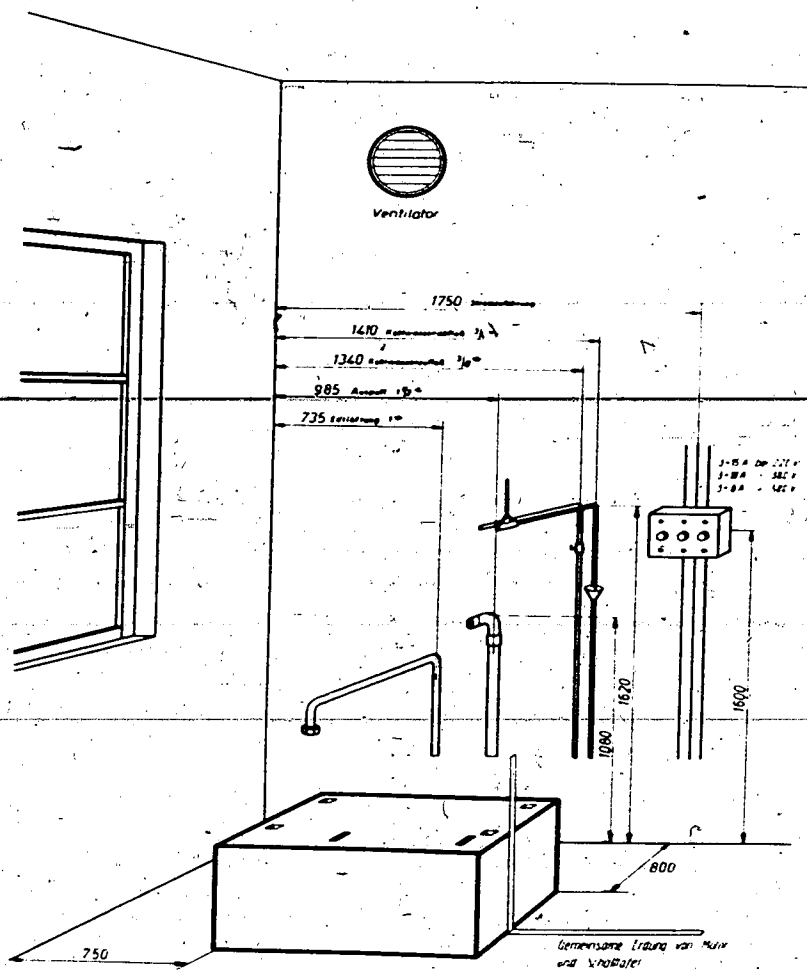


Bild 2. Aufstellungsplan
Fundamentmaße: 1150 mm lang, 600 mm breit, 500 mm hoch

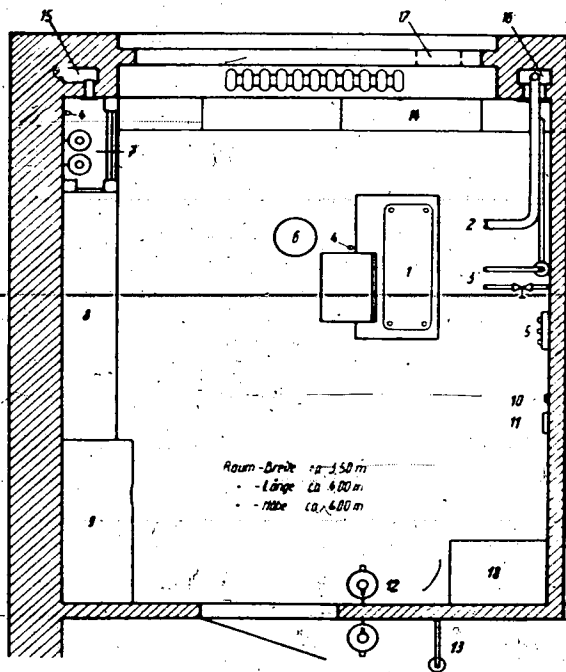


Bild 3. Einrichtung eines Klopfrüfstandes

- | | |
|---|-----------------------------|
| 1. I. G.-Prüfmotor | 10. Thermometer |
| 2. Auspuffleitung | 11. Barometer |
| 3. Kondensatorkühlung | 12. Feuerlöscher |
| 4. Druckluftleitung | 13. Abbrause |
| 5. Stromzuführung mit Sicherungskasten | 14. Abgedeckter Wasserkanal |
| 6. Drehstuhl | 15. Lufschacht |
| 7. Abzugsschrank mit Meßbüretten,
Bleibürette und seitlichem Luftabzug | 16. Auspuffschacht |
| 8. Abstelltisch | 17. Ventilator |
| 9. Werkzeugschrank | 18. Kühlschrank |

Am zweckmäßigsten wird der Prüfmotor im Erdgeschoß und allein in einem eigens dafür bestimmten Raum von etwa 4 m Länge, 3,5 m Breite und 4 m Höhe aufgestellt. Wenn möglich, soll das Licht von links auf die Vergaserseite fallen (vgl. Bild 3). Zur weiteren Ausrüstung eines Klopfrüfstandes gehört:

- 1 Ventilator
- 2 Sätze Meßbüretten
 - 1 Bleibürette
 - 1 Mischgefäß mit Rührer
 - 1 Abstellisch
 - 1 Drehstuhl
 - 1 Thermometer
- 1 Barometer
- 1 Abzugsschrank mit Glastür und seitlichem Luftabzug
- 1 Kanne für Restbenzin, mit Davy-Sieb versehen
- 1 Schrank für Werkzeug, Ersatzteile usw.
- 1 Kühltisch für Proben mit hohem Dampfdruck
- 2 Feuerlöscher
- 1 Notbrause
 - weißer Gummischurz, Gummihandschuhe und Gasmaske Nr. 777 AS mit Filter Nr. 87 A zum Ansetzen der Bleilösungen.

Beim Arbeiten mit Bleitetraäthyl ist der Boden des Abzuges mit Bleiblech auszuschlagen und mit einer verschließbaren Abflußöffnung zu versehen.

Anlassen.

Vor dem Warmfahren des Gerätes wird das Verdichtungsverhältnis des Motors auf 4:1 eingestellt (Vorsicht, Anschlag des Kühlwasserstutzens!) und die Spannvorrichtung gut festgezogen. Dann füllt man den Behälter 3 des Vergasers mit einem beliebigen Benzin und drückt den schwarzen Druckknopf am Betriebsschalter nieder. Dadurch läuft der Elektromotor an und treibt den Vergasermotor. An diesem wird die Zündung eingeschaltet und der Umschalthahn des Vergasers auf die Betriebsstellung 3 B gebracht, wo-

rauf der Motor anspringt und sich sofort selbsttätig belastet. Dies erkennt man u. a. daran, daß der Zeiger des Leistungsmessers von der Stellung „Leistungsaufnahme“ auf die Stellung „Leistungsabgabe“ schwingt.

Der Entwässerungshahn der Auspuffleitung wird geschlossen, bei Untersuchungen nach der Motor-Methode wird die Vorheizung eingeschaltet und nötigenfalls am Drehwiderstand nachreguliert, bis das Thermometer 150° anzeigt (Stromaufnahme etwa 6,5 Ampère). Die Durchflußkühlung am Kühlkondensator wird geöffnet und auf etwa 30°C Auslauftemperatur eingestellt. Nach etwa einer Stunde hat das Gerät den Beharrungszustand erreicht.

Abstellen.

Zum Abstellen wird der Klopfmesser und die Zündung ausgeschaltet, sowie das Benzin aus allen Behältern des Vergasers abgelassen. Wurde die Maschine mit Gemischvorheizung betrieben, so wird auch diese ausgeschaltet, worauf man zur Abkühlung das Gerät noch einige Minuten ohne Benzin laufen läßt. Nun wird der rote Druckknopf des Betriebsschalters niedergedrückt, wodurch der Prüfmotor außer Betrieb gesetzt wird. Die Auspuff-Entwässerung wird geöffnet und der Wasserdurchlauf des Kühlkondensators abgestellt. Zuletzt stellt man das Schwungrad so, daß beide Ventile geschlossen sind.

Soll nach der Untersuchung von Bleibenzinen der Prüfmotor für längere Zeit außer Betrieb gesetzt werden, so läßt man ihn vor dem Abstellen etwa eine Stunde lang mit einem unverbleiten Kraftstoff laufen, um dann nach dem Stillsetzen des Gerätes Korrosionsschutzöl durch die Springstiftöffnung des Gerätes in den Verbrennungsraum einzuspritzen und dann den Motor kurz durchzudrehen. Etwaige Schäden durch die kalte Korrosion werden durch diese Maßnahme vermieden.

IV. Prüfbedingungen.

Die Research- und die Motor-Methode (s. Abschn. VI) haben verschiedene Betriebsbedingungen. Folgende Angaben sollen bei den Klopfwertbestimmungen eingehalten werden:

	Research-Methode	Motor-Methode
1. Drehzahl	600 ¹⁾	900 ²⁾
2. Kühlmittel	Wasser	Mischung ³⁾
3. Kühlmenge	warm bis Standmarke, Füllung ca. 1 Ltr.	
4. Kühltemperatur	100 C	150 C
5. Austrittstemperatur des Kondensator- Kühlwassers	etwa 30 C	etwa 30 C
6. Gemischtemperatur	Vorheizung ausgebaut	150 C ⁴⁾
7. Zündung	22° vor oberem Totpunkt. Dabei steht der Schlitz in der nachstellbaren Deckscheibe des Schwungrades genau über dem dem Neonröhrchen hinter dem Schwungrad. Im Augenblick der Zündung leuchtet das Neonröhrchen auf und zeigt so den richtigen Zündzeitpunkt an.	
8. Ölsorte	50 % Essolub 20 und 50 % Essolub 50	
9. Ölmenge	0,8 Ltr. warm bis Mitte Schauglas.	
10. Ölförderung	Rändelschraube von Schmierölpumpe etwa 4 Umdrehungen öffnen.	
11. Vergaser	Einstellung auf Klopfmaximum (Abschn. VI).	
12. Verdichtungsskala	Bei 17,5 mm Abstand zwischen dem Kolbenboden und dem Zylinderkopf zeigt die Verdichtungsskala 5,5 an. Die Verdichtungsscheibe kann nach dem Lösen der Befestigungsschraube durch die mitgelieferte Abziehvorrichtung gelockert und nachgestellt	

¹⁾ Hierzu die kleine Keilriemenscheibe mit 145 mm Durchmesser.

²⁾ Hierzu die große Keilriemenscheibe mit 220 mm Durchmesser.

³⁾ Etwa 92% Glykol (Glysantin) und 8% Wasser. Wasserfreies Glykol siedet um 197°.

⁴⁾ Die nach der Motor-Methode vorgeschriebene Gemischtemperatur von 150° gilt sowohl für die Benzinprobe als auch für die Ethylbenzine. Bei Klopfsprüfungen mit hoher Verdampfungswärme ist die Heizung also nachzuregeln.

werden. Zur Beseitigung eines etwa vorhandenen Spieles müssen hierbei die letzten Umdrehungen an der Verstellkurbel gegen den Uhrzeigersinn gerichtet sein. Der Abstand 17,5 mm wird entweder durch eine Tiefenlehre nach Bild 25 oder durch einen Bleiabdruck gemessen.

13. Verdichtungsverhältnis

Die untere Einstellung des Verdichtungsverhältnisses ist in der Gegend von 4:1 durch den Anschlag der Kuhlleitung an die Klemmschraube der Zylinderführung begrenzt, wobei die abgeflachte Seite des Kühlwasserstutzens nach oben zeigt. Ein Weiterdrehen an der Verdichtungskurbel führt zur Beschädigung der Zylinderführung!

14. Klopfstärke

Alle Kraftstoffproben sind bei gleich großer Klopfstärke zu untersuchen. Diese wird durch das Verdichtungsverhältnis eingestellt und soll folgender Vergleichsklopfstärke entsprechen:

a) für Res.-Meth.: $\approx 5,50$ bei 65 ROZ

b) für Mot.-Meth.: $\approx 5,80$ bei 87 MOZ

In beiden Fällen muß der Vergaser auf größte Klopfstärke eingestellt sein. Das angegebene Verdichtungsverhältnis gilt nur im üblichen Bereich des Luftdruckes und für eine Verlegung der Auspuffleitung ohne besondere innere Widerstände, z. B. Auspufftopf.

15. Springstiftapparat

Membrane 13,8 mm Ø u. 0,3 mm stark.

Stabfeder 0,5 mm Ø u. 43 mm lang.

Kontakte: Bosch WZ 19656/52.

Der Apparat ist geerdet; die Zuleitungen dürfen deshalb nicht vertauscht werden!

Beschreibung und Einstellung s. Abschn. V.

16. Oktanskala

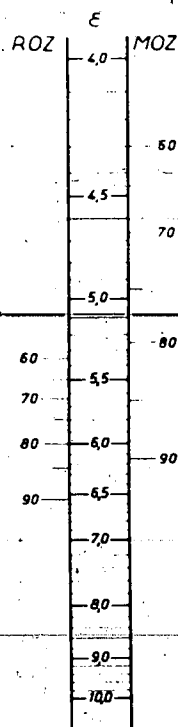


Bild 5.
Verdichtungs-
verhältnis und
Oktanzahl

An der Verdichtungsscheibe sitzt die nachstellbare Oktanscheibe, die eine Skalenreihe für die Research- und eine zweite Skalenreihe für die Motor-Methode trägt. Die Oktanscheibe ist also dem Prüfverfahren entsprechend einzustellen. Hierzu wird im vorwiegenden Arbeitsgebiet (z. B. bei Fahrzeugbenzin ROZ 74, bei Flugbenzin MOZ 87) der Motor mit dieser Oktan-Heptan-Mischung auf normale Klopfstärke und Zeigerausschlag gebracht, richtige Einstellung des Vergasers und Springstiftapparates vorausgesetzt. Die Oktanscheibe wird dann auf die Oktanzahl dieser Eichmischung eingestellt. Später auftretende größere Abweichungen zwischen den Meßwerten und den Angaben der Oktanscheibe deuten dann auf irgendwelche Änderungen im Betriebszustand von Motor oder Springstiftapparat, die dann zu beheben sind. Bild 5 zeigt den Zusammenhang zwischen Verdichtungsverhältnis und Oktanzahl bei gleicher Springstabeinstellung und gleichem Klopfmessausschlag.

17. Klopfmesser

Bei einem Zeigerausschlag von 90 und mehr muß der Klopfmesser abgeschaltet werden, da sonst seine Sicherung durchbrennen kann. Anzeigeelement, Thermoumformer, Kondensator und Sicherung (Wickmann-Feinsicherung 5 X 25 mm/300 mA/Type FT 3) sind aufeinander abgestimmt. Sie dürfen nur gegen Original-Ersatzteile ausgewechselt werden.

V. Klopfmeßanlage.

Die Klopfmeß-Anlage besteht in ihren Hauptteilen aus dem Springstiftapparat, dem Thermoumformer und dem Anzeiginstrument. Als Stromquelle dient die Lichtmaschine. Da der Erfolg oder Nichterfolg einer Klopfwertbestimmung zum überwiegenden Teil vom richtigen Arbeiten der Anlage, besonders aber des Springstiftapparates, abhängt, so ist auf deren sorgfältige Einstellung und Pflege der größte Wert zu legen.

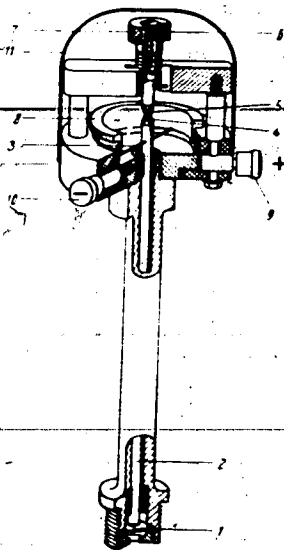


Bild 6.

Springstiftapparat
mit nachstellbarer Stabfeder

- | | |
|-----------------------|-------------------|
| 1. Stahlmembrane | 7. Rändelschraube |
| 2. Springstift | 8. Ringschraube |
| 3. Stabfeder | 9. Pluskontakt |
| 4. Springstiftkontakt | 10. Massekontakt |
| 5. Gegenkontakt | 11. Schutzhaube |
| 6. Schlitzschraube | |

Arbeitsweise.

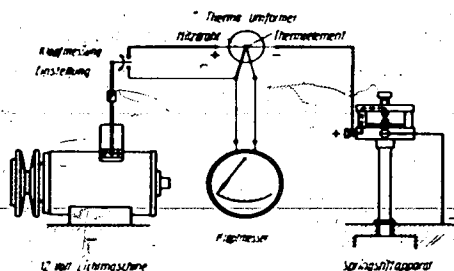
In einer Gewindebohrung des Zylinderkopfes sitzt der Springstiftapparat. Wie Bild 6 zeigt, trägt er eine Stahlmembrane 1, die sich durch den Verbrennungsdruck durchbiegt. Frei beweglich steht auf der Membrane der Springstift 2, der nun alle Bewegungen der Membrane während einer klopffreien Verbrennung mitmacht. Trifft ein Klopfstoß die Membrane, so erfährt diese und damit der Springstift eine solche Beschleunigung, daß der Springstift die Membrane verläßt und so einen größeren Hub erfährt wie diese. Eine Rückholfeder 3 sorgt dann dafür, daß der Springstift rasch und sicher wieder auf die Membrane niedergedrückt wird.

An seinem oberen Ende trägt der Springstift einen Kontakt 4. In geringer Entfernung davon steht ein Gegenkontakt 5 so, daß er bei der normalen Verbrennung vom Springstift nicht erreicht wird, wohl aber bei klopfender

Verbrennung, weil, wie schon erwähnt, in diesem Fall der Springstift gegen den oberen Kontakt geschleudert wird. Um nun hier die Berührung zwischen Springstift und Gegenkontakt möglichst lang und innig zu gestalten, ist der Gegenkontakt nicht fest, sondern nachgiebig angeordnet. Durch eine kleine Schraubenfeder wird er immer wieder auf seine Ausgangsstellung zurückgedrückt.

Wenn durch einen Klopfstoß Springstift und Gegenkontakt sich berühren, so kann über die Berührungsstelle ein elektrischer Strom fließen, weil der obere Kontakt mit der Plus-Seite, der Springstift selbst mit der Minus-Seite (= Masse) des Klopfstrom-Kreislaufes verbunden ist. Dieser Strom kommt aus der Lichtmaschine und geht über einen Schalter und einen Hitzdraht zur Plus-Seite des oberen Kontaktes, um dann, wie erwähnt, über die Berührungsfläche der beiden Kontakte zur Minus-Seite des Aggregates und damit über die Masse zur Lichtmaschine zurückzukehren (vgl. Bild 7). Solange

Bild 7. Klopfstromkreislauf
Die Minus-Seite des Springstiftapparates ist geerdet. Die Zuleitungen dürfen deshalb nicht vertauscht werden.



nun der Strom durch den Hitzdraht fließt, wird dieser erwärmt. Die Drahttemperatur kann elektrisch über Thermolemente gemessen und an einem geeigneten Anzeigeinstrument abgelesen werden. Der Klopfstrom wird also durch einen solchen Hitzdraht in einen Thermostrom umgeformt (Termoumformer, vgl. Bild 8).

Je kräftiger nun die Klopfstöße sind, umso nachhaltiger werden sich Springstift und Gegenkontakt berühren und umso wärmer wird der Hitzdraht werden, weil ja infolge der längeren Kontakt-

zeit auch länger Strom fließen kann. Diese höhere Temperatur des Hitzdrahtes äußert sich durch einen größeren Zeigerausschlag am Klopfmesser, bei dem die Skala von 0 bis 100 willkürlich gewählt ist, die einzelnen Zahlen also nur Vergleichswert haben.

Da wegen der überaus kurzen Dauer der Kontaktberührung am Springstift-Apparat der Hitzdraht nur während einer kleinen Zeitspanne aufgeheizt wird, in der Zeit zwischen den einzelnen Klopfstößen sich aber wieder abkühlt, so wird der Zeiger des Klopfmeßinstrumentes diese kleinen Temperaturschwankungen auch

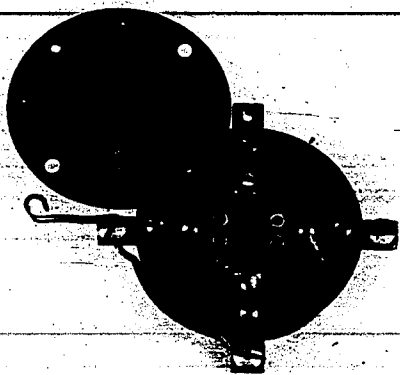


Bild 8. Thermoumformer

Der vom Springstiftapparat kommende stoßweise Klopfstrom wird hier über einen Hitzdraht in einen Thermostrom von gleichmäßiger Stärke umgeformt.

bei gleichmäßigstem Klopfen mitmachen. Zur Ablesung und zum Vergleich ist jedoch ein feststehender Zeigerausschlag erwünscht, der sich nur ändern soll, wenn auch die Klopfstärke des Motors wechselt. Aus diesem Grund wird das Anzeigeeinstrument gedämpft. Hierzu wird der Hitzdraht und seine Thermoelemente eingekapselt und so gegen Abstrahlverluste weitgehend isoliert, damit die früher mögliche Wärmeabgabe zwischen zwei Klopfimpulsen geringer wird. Dadurch erhält bei gleicher Klopfstärke der Hitzdraht eine

gleichmäßige Mitteltemperatur, die sich durch einen feststehenden Zeigerausschlag anzeigt. Allerdings wirkt sich diese Dämpfung auch auf die Anzeige von Klopfstärkeänderungen insofern aus, als diese jetzt nicht mehr augenblicklich erfolgt, sondern eine gewisse Einstellzeit am Klopfmesser erfordert. Wird also die Klopfstärke am Motor geändert, so kommt zur Einlaufzeit des Motors noch die Einstellzeit des Klopfmessers hinzu, bevor der endgültige Beharrungszustand am Anzeigeinstrument abgelesen werden kann.

Bild 9 zeigt die mit einem Klopfschreiber aufgenommenen Kurven, aus denen die Zeit zwischen dem Umschalten und dem Erreichen des Beharrungszustandes festgestellt werden kann. Der Punktabstand beträgt jeweils 15 Sekunden. Hiernach braucht das verbleite Fliegerbenzin zum Einlaufen rund 3 Minuten.

Um nun beim Einstellen des Gerätes, wo es zunächst nur auf den Arbeitsbereich, nicht aber auf den genauen Ausschlag des Klopfmessers ankommt, rascher arbeiten zu können, kann der Klopfsstrom durch einen Kellogumschalter vor dem Hitzdraht unmittelbar auf das Anzeigeinstrument abgezweigt werden. Bei dieser Schalterstellung „Einstellung“ wird also der Klopfsstrom nicht umgeformt und auch nicht gedämpft. Deshalb folgt das Anzeige-Instrument sofort

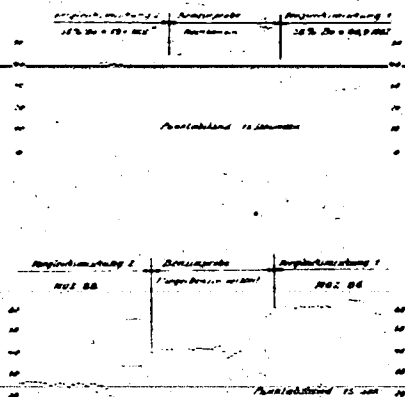
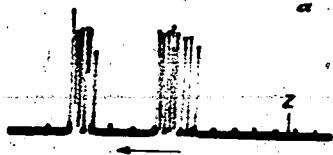


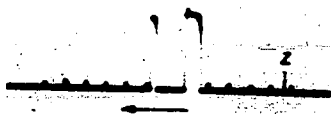
Bild 9. Aufzeichnungen des Klopfschreibers

Die Einlaufzeit nach dem oberen Bild beträgt etwa 1 min, nach dem unteren Bild etwa 3 min

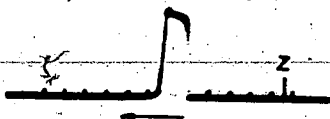
jeder Änderung in der Klopfstärke. Bei der Schalterstellung „Klopfmessung“ arbeitet das Instrument gedämpft, während bei wagrachter Stellung des Hebels der Klopfstromkreislauf unterbrochen ist. (Siehe Bild 7.)



- a) Schlechte Einstellung des Springstiftapparates.
Stabfeder schwingt.
Ungleichmäßige Kontaktberührungen.
Schwankende Klopfanzeigen.
Überempfindlich



- b) Gute Einstellung des Springstiftapparates.
Kontaktberührung regelmäßig.
Stetigkeit und Empfindlichkeit gut.



- c) Gute Einstellung des Springstiftapparates.
Stetigkeit etwas besser, Empfindlichkeit etwas schlechter als bei b).

Bild 10. Kontaktberührung

nach einem Klopfstoß

Z Zündzeitpunkt = 22° V. O. T.

Strichabstand = 10° Kurbelwinkel

Die besondere Schwierigkeit beim Einstellen des Springstiftapparates als dem wichtigsten Teil in der Klopfmeß-Anlage liegt nun darin, verschiedene Größen aufeinander abzustimmen, deren

jede einzelne die Meßgenauigkeit und damit das Meßergebnis beeinflussen kann. Diese Größen sind vor allem:

- Klopfstärke
- Elastizität der Membrane
- Elastizität der Stabfeder
- Elastizität der Schraubenfeder
- Vorspannung der Stabfeder
- Vorspannung der Schraubenfeder
- Beschaffenheit der Kontaktoberfläche
- Kontaktabstand.

Die einwandfreie Stromabgabe durch die Lichtmaschine (sauberer Kollektor und gute Kohlen), sowie reibungslose Bewegung aller Teile (Springstift in seiner Führung) wird hierbei vorausgesetzt.

Wenn nach einem Klopfstoß sich Springstift und oberer Kontakt berühren, so setzt sich meistens diese Gesamtberührung aus mehreren einzelnen Berührungen zusammen, so daß also in dieser Zeit Stromübergang und Stromunterbrechung sich sehr rasch folgen, wie aus Bild 10 zu ersehen ist. Die Anzahl und Dauer der Berührungen während verschiedener Verbrennungsgänge ist hierbei nicht immer dieselbe; sie sollte aber möglichst wenig schwanken. Der Idealfall, wonach jeder Klopfschlag einen einzigen, entsprechend längeren Kontaktschluß hervorruft, tritt selten auf. Er hängt ab einerseits von der Einstellung des Springstiftapparates und der Klopfstärke, andererseits von dem elektrischen Schwingungsvorgang, der durch das Laden und Entladen des Kondensators im Klopfstromkreis ausgelöst ist. Je öfter dieser Klopfstromkreis durch einen einzigen Klopfstoß geschlossen und wieder geöffnet wird, umso mehr schwanken die Zeigerausschläge.

Einstellung.

Der Springstiftapparat wird bei laufendem Motor eingestellt, nachdem beide, Springstiftapparat und Motor, den Beharrungszustand erreicht haben. Hierbei soll der Motor unter den gleichen Prüfbedingungen arbeiten wie später bei den laufenden Klopfwertbestimmungen. Werden später Untersuchungen sowohl nach der Research- als auch nach der Motor-Methode durchgeführt, so

ist es zweckmäßiger, den Springstiftapparat nach den Bedingungen der Research-Methode einzustellen.

Hierzu füllt man den Dreischwimmer-Vergaser entsprechend dem Prüfverfahren mit folgenden Kraftstoffen:

Prüfmethode	Research	Motor
Behälter 1	Benzol	Benzol
Behälter 2 ¹⁾	OZ 64	OZ 86
Behälter 3 ¹⁾	OZ 66	OZ 88

Nun wird der Prüfmotor auf richtige Klopfstärke eingestellt, also

Verdichtungsverhältnis $\epsilon = 5,50$ bei der Research-Methode,

Verdichtungsverhältnis $\epsilon = 5,80$ bei der Motor-Methode.

Der Springstiftapparat wird nun mit dem Kraftstoff aus Behälter 2 eingestellt, der, ebenso wie der Behälter 3, zuvor auf größte Klopfstärke eingestellt sein muß, wie im Abschnitt VI beschrieben. Zunächst stellt man also den Vergaserhahn auf 2 B. Nun muß der Prüfmotor regelmäßig klopfen. Man vergewissert sich, daß die beiden Kontakte des Springstiftapparates sich hierbei noch nicht berühren (Kürzschlußgefahr) und fährt dann, wie folgt fort:

a) Klopfhalterhebel wagrecht. Die Ringschraube 8 zur Vorspannung der Stabfeder wird zunächst so eingestellt, daß die Stabfeder gerade belastet wird. Man erkennt dies daran, daß die beiden freien Enden der Stabfeder in den Kerben der Ringmutter aufhören zu schwingen. Durch $1/2$ -Umdrehung der Ringschraube wird dann die Stabfeder vorbelastet.

b) Schalter auf „Einstellung“. Durch Drehen an der Rändelschraube 7 wird der Kontaktabstand vorläufig so eingestellt, daß der Zeiger des Klopfmessers zwischen den Zahlen 40 und 50 pendelt.

c) Schalter auf „Einstellung“. Die Schraubenfeder im oberen Kontaktgehäuse wird durch die Schlitzschraube 6 so vorgespannt, daß der größte Zeigerausschlag erhalten wird. (Vorsicht, damit bei dieser Einstellung die Rändelschraube nicht verstellt wird!)

¹⁾ Zum Ansetzen dieser Oktanzahlen können auch Unterbezugskraftstoffe verwendet werden.

- d) Schalter auf „Klopfmessung“. Der Kontaktabstand wird durch Drehen an der Rändelschraube 7 so nachgestellt, daß am Klopfmesser der Meßbereich um die Zahl 50 erreicht wird. Die Zeigerschwankung soll hierbei vier Einheiten nicht überschreiten, weil sonst die Mittelwertbildung ungenau wird. Da der Klopfmesser bei dieser Schalterstellung gedämpft ist, folgt der Zeiger der Nachstellung nur langsam.
- e) Schalter auf „Klopfmessung“. Beim Umschalten auf das Benzol in Behälter 1 (Vergaserhahn 1 B) verschwindet das Klopfen und der Zeiger des Klopfmessers muß auf 0 zurückgehen. Rasche Kontrolle durch Schalten auf „Einstellung“. Schlägt beim Betrieb mit Benzol der Klopfzeiger noch aus, so muß der Kontaktabstand vergrößert und das Verdichtungsverhältnis soweit erhöht werden, daß der vorgeschriebene Meßbereich wieder erreicht wird.

Einstellfehler.

Zu starke Vorbelastung der Stabfeder gibt eine zu geringe Empfindlichkeit des Springstiftapparates, weil der Springstift die Membrane nicht weit genug verlassen kann.

Zu schwache Vorbelastung der Stabfeder gibt zu große Streuungen im Klopfausschlag, weil der Stift nicht rasch genug zurückgeholt wird. Infolgedessen trifft er auf die Membrane auf, teils wenn diese sich durchbiegt, teils wenn diese zurückgeht, und der Stift erhält so eine verschiedene Sprunghöhe. Dies kann so weit gehen, daß die Stiftbewegung aus dem Takt mit den Klopfstößen kommt, wodurch die merkwürdigsten Meßwerte erhalten werden können.

Unrichtige Vorspannung der Schraubenfeder erfordert ein zu hohes Verdichtungsverhältnis und damit eine zu große Klopfstärke, um den Ablesebereich um die Ziffer 50 zu erreichen. Die Abmessungen der Schraubenfeder sind jedoch derart, daß grobe Einstellungsfehler vermieden werden.

Änderungen in der Stellung der Rändelschraube um wenige Grad Winkelumdrehung ändern auch den Kontaktabstand. Obwohl dies nur wenige Hundertstel Millimeter ausmacht, wird hier-

durch der Meßbereich und oft auch die Empfindlichkeit des Springstiftapparates bedeutend beeinflußt.

Bei zu geringem Kontaktabstand berührt der Springstift den oberen Kontakt schon durch den Verdichtungsdruck. Unempfindlichkeit der Meßanlage ist die häufigste Folge dieses Einstellungsfehlers.

Voraussetzung bei der vorstehend beschriebenen Einstellung des Springstiftapparates ist:

- a) Sämtliche Teile des Apparates müssen frei von Öl und Schmutz sein und sich reibungslos bewegen können.
- b) Die Membrane darf nicht beschädigt sein und muß am ganzen Umfang gleichmäßig auf ihren Sitz angepreßt werden.
- c) Die beiden Kontaktflächen müssen parallel laufen und müssen sauber sein; insbesondere dürfen sie keine Schmorstellen aufweisen.
- d) Die Stabfeder muß gerade sein, d. h. sie darf auf den Springstift keine Seitenkräfte ausüben. Verschmorte Stabfedern sind von Zeit zu Zeit auszuwechseln.
- e) Der Motor muß sich bei einwandfreiem Zustand in Beherrschung befinden; er muß also vor allem hörbar und gleichmäßig klopfen.
- f) Die Auspuffleitung muß in Ordnung und mit möglichst wenig innerem Widerstand verlegt sein, da sonst die Angaben über den Zusammenhang zwischen Klopfstärke und Verdichtungsdruck nicht mehr stimmen.
- g) Die Angaben über die Einstellung des Verdichtungsverhältnisses beziehen sich auf eine Höhenlage um 100 Meter über dem Meeresspiegel.

Die vorbeschriebene Einstellung des Springstiftapparates ist eine Regeleinstellung. In Einzelfällen kann, um die größte Empfindlichkeit und Genauigkeit zu erreichen, in diesem oder jenem Punkte von der Vorschrift abgewichen werden. Bei dieser Einstellung wie auch später bei den laufenden Klopfwertbestimmungen gewöhne man sich daran, Klopfunterschiede nicht nur am Klopfmesser abzulesen, sondern schon am Motor abzuhören. In Störfällen ist dann eine viel raschere Fehlereingrenzung möglich.

VI. Oktanzahlbestimmung.

Prüfverfahren.

In Deutschland werden zurzeit Autobenzine nach der Research-Methode und Flugbenzine nach der Motor-Methode untersucht. Obwohl die Motor-Methode von Amerika aus nur für Benzine mit gesättigtem Charakter und mäßig hoher Klopfestigkeit entwickelt worden ist, wird sie heute auch dann angewandt, wenn diese beiden Voraussetzungen nicht zutreffen. Deshalb ist es möglich, daß die Motor-Oktanzahl eines Benzins mit dessen Verhalten im Flugbetrieb nicht immer übereinstimmt. Wegen der schärferen Betriebsbedingungen ist von beiden Prüfverfahren die Motor-Methode die strengere und gibt in den meisten Fällen niedrigere Oktanzahlen als die Research-Methode.

Im Abschnitt VIII/4 sind die Prüfbedingungen zusammengestellt, unter denen außerhalb Deutschlands ebenfalls Klopfwertbestimmungen durchgeführt werden.

Untersuchung.

In den von Benzinresten gesäuberten Kraftstoffbehälter 1 des betriebswarmen Motors werden etwa 300 ccm der zu untersuchenden Benzinprobe eingefüllt. Hierbei steht der Umschalthahn des Vergasers auf 3B/1 E, d. h. Behälter 3 ist auf Betrieb, Behälter 1 auf Entleeren geschaltet. Handelt es sich bei der Probe um ein Benzin mit hohem Dampfdruck, so ist dieses vorher abzukühlen und öfter, aber in kleineren Mengen nachzufüllen.

Bei dem Einfüllen der Probe öffnet man kurz den Ablaßhahn des Vergasers und läßt einige Kubikzentimeter des Kraftstoffs auslaufen. Dadurch werden Kraftstoffreste aus früheren Untersuchungen sowie Luft aus dem Stutzen bis zum Ablaßhahn mitgerissen und der Stutzen selbst mit Benzin gefüllt. Störungen im Vergaser durch Auftreten von Luftblasen werden auf diese Weise vermieden. In gleicher Weise verfährt man später beim Einfüllen der Eichbenzine in die Behälter 2 und 3.

Wenn vor dem Umschalten des Vergaserhahnes die zu erwartende Klopfstärke nicht annähernd bekannt ist, schaltet man den Klopfmesser ab, um ihn vor Schaden durch zu große Klopfstärke zu bewahren.

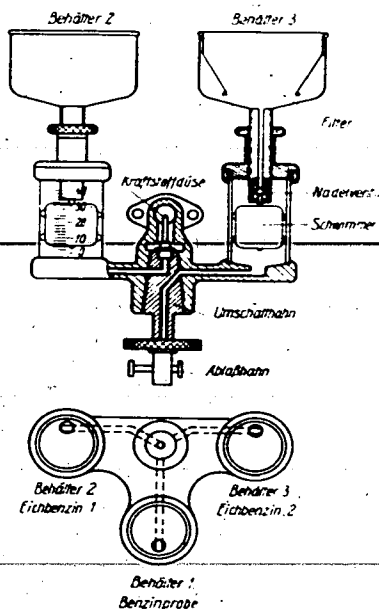


Bild 11. Dreischwimmervergaser
Hahnstellung „2B/3E“
Behälter 2 steht auf „Betrieb“
Behälter 3 steht auf „Entleeren“

Die Hahnstellungen für den Dreischwimmer-Vergaser zeigt Bild 11. Der Umschaltmahn für die Benzinprobe wird auf „Betrieb“ gestellt. Das ist die Schalterstellung 1B/2E. Der Motor läuft jetzt mit der Benzinprobe und während dieser Zeit kann der nachfolgende Behälter 2 entleert, durchgespült und neu gefüllt werden.

Die Klopfwertbestimmung beginnt nun damit, daß man durch Drehen an der Handkurbel das Verdichtungsverhältnis für die Benzinprobe vorläufig so einstellt, daß der Motor eine mittlere Klopfstärke aufweist. Bei richtig eingestelltem Springstift-Apparat ergibt sich dann ein Zeigerausschlag von etwa 40 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 Untersuchung über die Schalterstellung „Klopfmessung“ fortgesetzt und beendet.

Um ein etwa vorhandenes Spiel auszuschalten, müssen die letzten Kurbelumdrehungen immer gegen den Uhrzeigersinn vor-

genommen werden. Weiter ist darauf zu achten, daß die Zylinder-
spannvorrichtung nur zur Verdichtungsänderung vorsichtig gelöst
werden soll, im Betrieb also fest angezogen bleibt. (Bild 12.)

Nach dieser vorläufigen Einstellung
des Verdichtungsverhältnisses geschieht
die erstmalige Einstellung des Schwimmer-
standes am raschesten so, daß man
das in Betriebsstellung sich befindliche
Schwimmergehäuse, im Regelfall also
das für die Benzinprobe, durch Drehen
am Kraftstoffbehälter bis zur Marke 64
füllt und dann den Behälter rasch um
etwa 1,5 Umdrehungen niederschraubt.

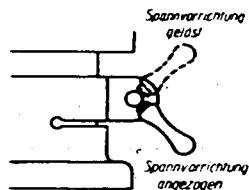


Bild 12. Spannvorrichtung

Dadurch wird der Schwimmer in das
Benzin eingetaucht. Der Benzinstand im Schauglas erhöht sich zu-
nächst, um dann langsam bis zu seinem Beharrungszustand abzu-
sinken. Während dieses Absinkens ändert sich deutlich hörbar die
Klopfstärke, und wenn man gleichzeitig die Standmarke am Schau-
glas beobachtet, läßt sich ziemlich genau das Klopfmaximum er-
mitteln. Auf dieses wird der Schwimmer nunmehr eingestellt, und
das Verdichtungsverhältnis durch Drehen an der Handkurbel so
nachreguliert, daß der Klopfmesser um 50 anzeigt. Wenn man mit
dem Gerät vertraut geworden ist, so ist die ungefähre Standhöhe
für das Klopfmaximum bekannt und die vorbeschriebene Einstellung
deshalb nicht mehr notwendig. In den meisten Fällen wird von der
letzten Klopfwertbestimmung her der Schwimmerstand noch richtig
eingestellt sein, so daß er für die neue Benzinprobe nur noch nach-
zuregulieren ist.

Zur genauen Einstellung des Vergasers auf stärkstes Klopfen
dreht man nun den Behälter um etwa eine Umdrehung tiefer. Nach-
dem sich die Maschine auf den geänderten Betrieb eingestellt hat
(etwa 1 bis 2 Minuten), notiert man sich den Schwimmerstand und
die zugehörige Ablesung am Klopfmesser; (Schalter auf Klopf-
messung). Hierauf wird der Behälter jeweils um eine halbe Um-
drehung höher geschraubt und der zugehörige Zeigerausschlag
nach dem Erreichen des neuen Beharrungszustandes abgelesen.

Dies wird solange wiederholt, bis der Schwimmerstand für die größte Klopfstärke eindeutig überschritten ist (erkennbar an wesentlich kleiner werdenden Zeigerausschlägen), worauf man auf die frühere Stellung für stärkstes Klopfen zurückgeht und den zugehörigen Zeigerausschlag aufs Neue notiert. Diese Ablesung soll mit der früheren, auch bei der größten Klopfstärke gemachten Notierung bis auf 4 Einheiten übereinstimmen, andernfalls muß der Versuch wiederholt werden. Treten nachträglich Zweifel darüber auf, ob die gefundene Einstellung tatsächlich dem Klopffmaximum entspricht, so wird der Behälter probeweise 1 Umdrehung tiefer, dann eine Umdrehung höher geschraubt, und die neuen Meßwerte mit denen bei der erstermittelten Einstellung verglichen. In beiden Fällen darf, wenn die Einstellung richtig war, der Zeigerausschlag nicht wesentlich größer werden.

Beispiel 1:

Standmarke am Schwimmergehäuse:	58	59	60	61
Ausschlag am Klopfmesser:	44	48	51	47

Die größte Klopfstärke tritt bei Stand 60 auf.

Beispiel 2:

Standmarke am Schwimmergehäuse:	38	39	40	41	42
Ausschlag am Klopfmesser:	44	48	51	51	47

Die größte Klopfstärke tritt bei Stand 40,5 auf.

Vor dem Drehen der Meßbehälter stelle man die Warze des Behälterdeckels nach vorn, wodurch die Größe von einer Umdrehung leicht zu beobachten ist. Die Steigung der Behälterspindel entspricht mit 2 mm einem Teilstrichabstand am Schauglas.

Ist durch diese genaue Einstellung der Benzinprobe auf stärkstes Klopfen die Klopfmesser-Ablesung von 50 wesentlich überschritten worden, so muß das Verdichtungsverhältnis entsprechend erniedrigt werden. Hierbei müssen die letzten Kurbelumdrehungen gegen den Uhrzeigersinn gerichtet sein. Eine Einstellung aller Benzinproben auf praktisch gleichen Zeigerausschlag um 50 erleichtert die Überwachung des Motors wesentlich, da Benzinproben von gleicher Klopffestigkeit auch ein gleich hohes Verdichtungsverhältnis anzeigen müssen. Hierauf beruht die Anwendung der Oktanscheibe.

Einem aufmerksamen Beobachter darf es beispielsweise nicht entgehen, daß er, um eine gegebene Oktanzahl zu bestimmen, plötzlich den Motor höher verdichten muß als seither. Der Ursache ist nachzugehen (vgl. Abschnitt IX Instandhaltung).

Nachdem so der Motor auf die Benzinprobe und die Benzinprobe selbst auf stärkstes Klopfen eingestellt worden ist, gibt man in den zweiten Kraftstoffbehälter eine Vergleichsmischung, die der erwarteten Klopfestigkeit der Benzinprobe entspricht, oder sich von ihr um etwa 1 OZ unterscheidet. Wegen der Höhe des Klopfwertes dieser ersten Vergleichsmischung richtet man sich, besonders solange eigene Erfahrungen noch nicht in ausreichendem Maße vorhanden sind, nach den Angaben der Oktanskala, vgl. Bild 5. Erweist sich die erste Vergleichsmischung als ungeeignet, was man durch Klopfanzeigen von über 70 oder unter 30 bei der Vergaserstellung auf größte Klopfstärke erkennt, so ist diese Vergleichsmischung sinngemäß neu anzusetzen. Nach dem Umschalten von der Benzinprobe auf diese erste Vergleichsmischung (Hahnstellung 2B/3E) wird für diese die Vergasereinstellung auf stärkstes Klopfen in gleicher Weise gesucht wie für die Benzinprobe, wobei aber die Standhöhe für den Behälter 2 nicht mit derjenigen für den Behälter 1 übereinzustimmen braucht. Das Verdichtungsverhältnis darf jedoch nicht mehr verstellt werden.

In den Behälter 3 gibt man nun die zweite Vergleichsmischung, die man entsprechend dem Ergebnis aus dem Eichbenzin 1 ansetzt. War dieses besser als die Benzinprobe, so muß die zweite Mischung schlechter sein und umgekehrt. Die beiden Eichbenzine sind also so zu wählen, daß ihr Klopfverhalten dasjenige der Benzinprobe einschließt und sich gegenseitig um etwa 2 OZ unterscheidet. Dies zeigt Bild 13, wo für ein Fliegerbenzin und die beiden zugehörigen Vergleichsbenzine die Angaben des Klopfmessers abhängig vom Schwimmerstand aufgetragen sind. Man erkennt, daß die einzelnen Klopfkurven verschiedenartig gekrümmt sind und auch ein verschieden liegendes Klopfmaximum aufweisen. Der Vorschrift entsprechend liegt die Kurve für die Benzinprobe 1 zwischen den Kurven der beiden Vergleichsmischungen 2 und 3. Sollten zufälligerweise die Benzinprobe und das Eichbenzin 1 klopfgleich sein, so muß trotzdem

ein Eichbenzin 2 angesetzt und untersucht werden, weil nur auf diese Weise, d. h. aus dem Unterschied der Zeigerausschläge der beiden Eichmischungen mit Sicherheit auf das einwandfreie Arbeiten des Prüfgerätes geschlossen werden kann. Für das Eichbenzin 2 ist der Schwimmerstand in der bekannten Weise ebenfalls zu suchen.

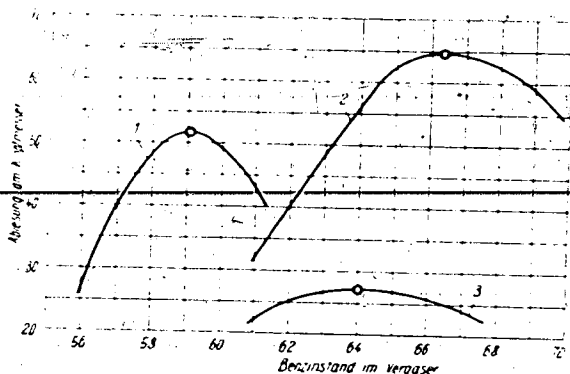


Bild 13.
Vergasereinstellung
auf 3 Kraftstoffe
 ○ größte Klopfstärke.
 Das Klopfverhalten der
 Benzinprobe 1 liegt
 zwischen demjenigen
 der Eichmischung 2 u. 3

Nachdem so der Vergaser auf die 3 Kraftstoffe eingestellt worden ist, werden diese in ihrem Klopfverhalten gegeneinander verglichen. Man beginnt mit dem Eichbenzin 2 in Behälter 3, weil mit diesem ja soeben die Einstellung auf größte Klopfstärke beendet wurde und das Gerät somit für diesen Kraftstoff schon im Beharrungszustand ist. Die erste Ablesung muß sich also mit derjenigen bei der maximalen Klopfstärke praktisch decken. Nun schaltet man auf die Benzinprobe und macht hier nach dem Erreichen des Beharrungszustandes die Ablesung. Beim Weiterdrehen des Umschalt-hahnes kommt als letztes das Eichbenzin 1 in Betrieb und es wird hier der Zeigerausschlag beobachtet. So ist nun eine Vergleichsreihe fertig; die Benzinprobe ist von 2 Eichbenzinen eingegrenzt, von denen das eine höhere, das andere niedrigere Werte ergibt wie die Benzinprobe selbst. Um nun Meßfehler möglichst auszuschließen, werden durch Weiterschalten des Vergaserhahnes in

gleicher Weise 2 weitere Versuchreihen gefahren, und erst das Mittel aus den 3 Beobachtungsreihen wird zur endgültigen Meßwertbildung herangezogen. (Vgl. Anlage S. 60 „Versuchsprotokoll“.)

Nach dem Umschalten von einem Kraftstoff auf den anderen muß man mit der Ablesung warten, bis der neue Beharrungszustand erreicht ist. Im allgemeinen ist dies nach 1 bis 2 Minuten der Fall. Bleihaltige Kraftstoffe benötigen längere Zeit. Große Vorsicht ist nötig beim Messen von hochklopfesten Flugbenzinen gegenüber Oktan-Heptan, es können hier Einlaufzeiten bis zu 10 Minuten nötig sein. Um die Untersuchungszeit für diese Sonderfälle abzukürzen, kann man hier erst die gleichartigen Vergleichsbenzine hintereinander untersuchen und dann auf die Benzinprobe schalten.

~~Kurz zusammengefaßt bestimmt man eine Oktanzahl auf folgende Weise:~~

1. Verdichtungsverhältnis auf Benzinprobe einstellen.
2. Vergaser auf größte Klopfstärke der Benzinprobe einstellen.
3. Vergaser auf größte Klopfstärke der Vergleichsmischung 1 einstellen.
4. Vergaser auf größte Klopfstärke der Vergleichsmischung 2 einstellen.
5. Vergleichen der Klopfstärke aller drei Kraftstoffe.

VII. Meßergebnis und -genauigkeit.

Die Klopfwertbestimmung gibt als unmittelbares Ergebnis an, zwischen welchen Eichmischungen das Klopfverhalten der Probe liegt. Hieraus wird der Klopfwert der Probe errechnet.

Beispiel:

Eichbenzin 1 mit angesetzter OZ 87 ergab einen Zeigerausschlag
von 52 Teilstrichen

Benzinprobe mit unbekannter OZ ergab einen Zeigerausschlag
von 48 Teilstrichen

Eichbenzin 2 mit angesetzter OZ 89 ergab einen Zeigerausschlag
von 33 Teilstrichen

~~Die beiden Eichbenzine unterscheiden sich um 52—33 = 19 Teilstriche~~
oder um $89 - 87 = 2$ Oktanzahlen

Die Benzinprobe unterscheidet sich von dem
stärker klopfenden Eichbenzin um $\frac{52 - 48}{2 \cdot 4} = 4$ Teilstriche
oder um $\frac{4}{19} = 0,4$ Oktanzahlen

Mithin Klopfestigkeit der Benzinprobe = $87 + 0,4 = 87,4$ OZ.

Als Ergebnis wird die ganze oder halbe Oktanzahl, welche dem errechneten Werte am nächsten liegt, angegeben, also

Oktanzahlen von ..25 bis ..70 werden auf ..5

Oktanzahlen von ..75 bis ..20 werden auf ..0

auf — bzw. abgerundet. Die im vorangegangenen Beispiel errechnete Oktanzahl von 87,4 wird also als OZ 87,5 angegeben. Andere Dezimalen werden nur im Falle von Vergleichsversuchen verwendet.

Beim Arbeiten mit Eichstoffen anstelle mit den Urbezugskraftstoffen Oktan und Heptan wird erst die Zusammensetzung der klopfgleichen Mischung errechnet. Im Falle von Benzol/Benzin wird also erst der Benzolwert bestimmt. Die Oktanzahl selbst wird dann über die zugehörige Eichkurve abgelesen (vgl. Bild 27).

Zur Aufstellung einer Eichkurve stellt man fest, welches Oktan-Heptan-Gemisch einem gegebenen Benzol/Benzinverhältnis entspricht. Für die in Bild 27 dargestellte Eichkurve wurden die Oktanzahlen für die Benzolzusätze 0, 20, 40, 60, 70 und 80% ermittelt, aufgetragen und die erhaltenen Werte durch eine Kurve, die Eichkurve, verbunden.

Das Ergebnis wird dann, wie vorstehend beschrieben, sinngemäß auf- oder abgerundet.

Beispiel:

Bo/Bi = 35 : 65 ergab einen Zeigerausschlag von 56 Teilstrichen

Benzinprobe " " " " 50 "

Bo/Bi = 38 : 62 " " " " 46 "

Unterschied der beiden Eichbenzine = 10 Teilstriche = 3 Bo

Unterschied der Benzinprobe gegen-

über dem stärker klopfenden Eich-

benzin = 6 Teilstriche = $\frac{3 \cdot 6}{10} = 1,8 \text{ Bo}$

Mithin Klopfestigkeit der Benzinprobe = 35 + 1,8 = 36,8 Bo

Aus der Research-Eichkurve ergibt sich hierfür 66,7 ROZ

Versuchsergebnis abgerundet 66,5 ROZ.

Wäre die Untersuchung nach den Bedingungen der Motor-Methode durchgeführt worden, so würde sich aus der zugehörigen Eichkurve ergeben:

36,8 Bo = 60,2 MOZ, oder, abgerundet 60 MOZ.

Die an verschiedenen I.G.-Prüfmotoren und von verschiedenen Stellen erzielten Ergebnisse sollen um höchstens zwei Oktanzahlen schwanken.

Die an demselben I.G.-Prüfmotor und zu verschiedenen Zeiten erzielten Ergebnisse sollen um höchstens eine Oktanzahl schwanken.

Größer als die Genauigkeit der I.G.-Prüfmotoren ist deren Empfindlichkeit, die es gestattet, geringe Oktanzahlunterschiede dadurch festzustellen, daß man abwechselnd Ablesungen der Klopfanzeige vornimmt.

Entsprechend dem Aufbau der Oktanskala kommt einer Oktanzahl im oberen Meßbereich eine größere Bedeutung zu wie im unteren Meßbereich. Für die Verhältnisse des I.G.-Prüfmotors zeigt dieses das Bild 5. Man erkennt, daß eine OZ-Steigerung im oberen Klopfwertgebiet eine etwas größere Steigerung des Verdichtungsverhältnisses ermöglicht als die gleiche OZ-Steigerung im unteren Klopfwertgebiet, und daß sie bei Untersuchungen nach der Motor-Methode eine größere Verdichtungssteigerung zuläßt als bei Untersuchungen nach der Research-Methode. Die oben angegebene Genauigkeit und Empfindlichkeit bezieht sich auf den mittleren

Meßbereich von ungefähr 70 OZ. Den Verlauf der Empfindlichkeit über den gebräuchlichsten Teil der Oktanskala zeigt Bild 14.

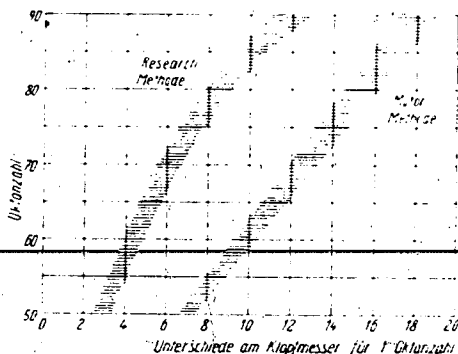


Bild 14.
Empfindlichkeit
des Klopfmessers, abhängig
vom Oktanzahlbereich und
von der Prüfmethode

Es erweist sich als sehr zweckmäßig, von Zeit zu Zeit die mit dem Prüfmotor erreichte Meßgenauigkeit festzustellen. Dies kann im Anschluß an die Einstellung des Springstiftapparates oder auch sonst im Zuge einer normalen Klopfwertbestimmung geschehen. Man verfährt hierzu wie folgt:

- Von 2 Mischungen, deren Klopfwert bekannt und um etwa 2 OZ verschieden ist, werden nach Erreichung des Beharrungszustandes und bei richtiger Einstellung von Benzinzustand und Klopfstärke je 10 Ablesungen in Zeiträumen von 15 Sekunden vorgenommen. Da Beharrungszustand vorausgesetzt ist, darf die Ablesungsreihe keine steigende oder fallende Tendenz aufweisen.
- Von jeder Ablesungsreihe wird der Mittelwert bestimmt. Der Unterschied der beiden Mittelwerte ist ein Maßstab für die **Empfindlichkeit** des Springstiftapparates.
- Innerhalb jeder der beiden Ablesungsreihen wird der kleinste und größte Zeigerausschlag festgestellt und hieraus der Unterschied (Schwankung) bestimmt. Aus der halben Summe dieser

beiden Schwankungen wird die **Streuung** gebildet. Sie ist ein Maßstab für die Stetigkeit der Klopfanzeige.

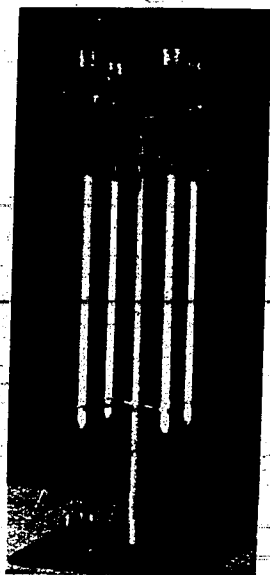
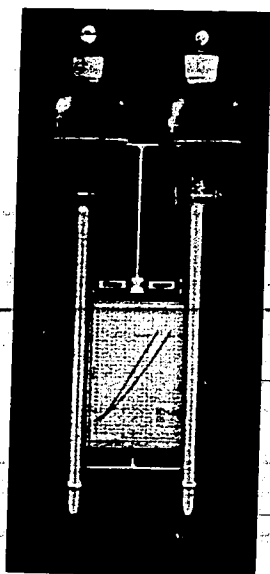
- d) Der Quotient aus Empfindlichkeit und Streuung, bezogen auf 1 Oktanzahl, ist ein Maßstab für die erreichte **Meßgenauigkeit** der Prüfanlage. Diese Genauigkeit ist umso größer, je besser die Empfindlichkeit und je geringer die Streuung ist. Außer von der Einstellung des Springstiftapparates ist diese Genauigkeit abhängig von der Prüfmethode und von der Höhe der Klopfbarkeit. Man erhält die größte Genauigkeit bei Untersuchungen nach der Motor-Methode im oberen Oktanzahlbereich (mit etwa 0,2 MOZ), während Ergebnisse nach der Research-Methode und im unteren Oktanzahlbereich eine Meßgenauigkeit von nur 0,5 ROZ aufweisen können, entsprechend dem in Bild 14 dargestellten Verlauf der Empfindlichkeit.

Beispiel: 1)

Oktanzahl	Ablesungen										Mittelwert	Schwankung
70,7	55	54	55	55	57	54	55	56	55	54	55	3
72,6	41	40	41	41	42	42	41	41	41	42	41	2
Meßbereich	$72,6 - 70,7 = 1,9 \text{ OZ}$											
Empfindlichkeit	$55 - 41 = 14 \text{ Teilstriche}$											
	$3 + 2$											
Streuung	$\frac{3 + 2}{2} = 2,5 \text{ Teilstriche}$											
	$1,9 \cdot 2,5$											
Meßgenauigkeit	$\frac{1,9 \cdot 2,5}{14} = 0,3 \text{ OZ}$											

Nicht zuletzt hängt die erzielbare Meßgenauigkeit und Reproduzierbarkeit auch davon ab, wie genau die Vergleichsmischungen angesetzt werden können. Der Technische Prüfstand Oppau verwendet deshalb Meßgefäße, die in ihrem Aufbau und in ihrer Handhabung größtmögliche Genauigkeit und Einfachheit in der Bedienung gewährleisten. Diese Meßbüretten, die für die Eichstoffe in Bild 15 in Zwillings-, in Bild 16 in Vierlingsanordnung dargestellt sind, haben je 2 Ltr. Inhalt. Die hundertteilige Skala mit Schellbachstreifen umfaßt 200 ccm, der Nullpunkt liegt bei den Meßbüretten für Oktan und Benzol oben, für Heptan und Eichbenzin unten. Die Büretten haben eine selbsttätige Nulleinstellung;

¹⁾ Im Interesse der Einfachheit ist auf die mathematisch genaue Auswertung verzichtet worden.



Meßbüretten

zum Ansetzen von Eichmischungen

Inhalt	2 ltr
Meßmenge	200 ccm
Meßskala	= 100 Teilstriche

Bild 15.

Zwillingsanordnung zum Aufhängen

Bild 16.

Vierlingsanordnung zum Aufstellen

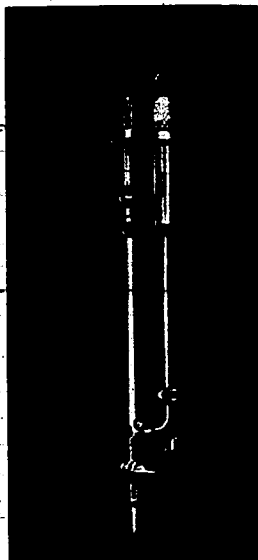


Bild 17.

Meßbürette

zum Verbleien von Benzin

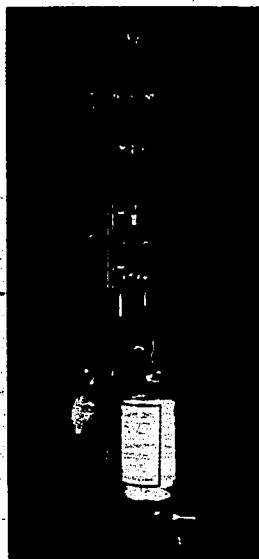


Bild 18.

Meßkugeln

zur Herstellung der Bleilösung

Vorschrift zum Ansetzen einer Bleilösung für Meßzwecke.

(Sicherheitsvorschriften beachten!)

Ansetzen der Bleilösung:

- 208 ccm Eichbenzin
- 92 ccm Ethyl-Fluid „I. T. blau“
- 300 ccm Bleilösung mit 60 ccm reinem Bleitetraäthyl.

Anwenden der Bleilösung:

1 ccm Bleilösung zu 200 ccm Benzin entspricht einem Bleigehalt von 1 ccm/Liter oder 0,10 %.

beim Abmessen werden beide Meßbüretten auf die gleiche Nennzahl, z. B. 80, entleert. Die Meßmenge beträgt somit 200 ccm und ist ausreichend für eine Vergleichsmischung. In einem besonderen Mischglas werden die beiden Eichmischungen durch einen Rührer sorgsam durchmischt. Dies ist vor allem dann notwendig, wenn die Bezugskraftstoffe, wie es beispielsweise bei Oktan und Heptan der Fall ist, ein ähnlich hohes spezifisches Gewicht aufweisen. Ein einmal abgemessener Kraftstoff darf nicht mehr in die Meßbürette zurückgegossen werden, weil durch Irrtum die Möglichkeit einer Verfälschung des Büretteninhaltes gegeben ist. Meßfehler, die auf eine solche Weise entstanden sind, sind stets sehr schwer aufzuklären.

Die in Bild 17 dargestellte Bürette zum Abmessen der Bleitetraäthyl-Lösung hat eine Feinteilung von 1 ccm in 100 Teile. Darüber sitzen 2 Meßkugeln mit je 1 und 3 ccm Inhalt, so daß auch größere Benzinmengen als 200 ccm, für welche die Bleibürette in der Hauptsache bestimmt ist, mit Bleitetraäthyl versetzt werden können. Dessen Lichtempfindlichkeit wegen muß die Bleibürette durch eine Haube gegen Lichteinfluß abgedeckt werden; bei Nichtgebrauch ist die Bürette zu entleeren.

Beim Arbeiten mit Meßzylindern anstelle von Meßbüretten sind die Zylinder nachzueichen, da erfahrungsgemäß die Genauigkeit der Zylinderskala den Ansprüchen bei der Klopfwertbestimmung nicht genügt.

Es ist selbstverständlich, daß sich im Prüfraum keine Benzine oder Proben ohne Aufschrift befinden dürfen. Soll ein Benzin aus dem Vergaserbehälter wieder in die Flasche zurückgefüllt werden, weil sonst die Probemenge für eine weitere Untersuchung nicht ausreichen würde, so sind hierbei die ersten 20 ccm nicht mitzuverwenden.

VIII. Sonstige Klopfwertbestimmungen.

1. Klopfwertbestimmungen über die Oktanzahlscheibe.

Soll unter Verzicht auf eine besonders große Meßgenauigkeit oder mit der geringstmöglichen Benzinmenge die Oktanzahl bestimmt werden, so prüft man an Hand einer geeigneten Eichmischung die richtige Einstellung der Oktanzahlscheibe nach und stellt diese gegebenenfalls richtig (vgl. Abschnitt IV/16). Dann wird die Benzinprobe bei Vergasereinstellung auf größte Klopfstärke durch das Verdichtungsverhältnis so zum Klopfen gebracht, daß am Klopfmesser der gleiche Zeigerausschlag erhalten wird wie bei der vorangegangenen Einstellung der Oktanzahlscheibe. An dieser kann nun die Oktanzahl der Benzinprobe abgelesen werden. Die Meßgenauigkeit beträgt nach diesem Verfahren ungefähr ± 1 OZ. Um sicher zu sein, daß das Gerät über die Versuchsdauer einwandfrei arbeitet, ist zeitweise auf die Eichmischung zurückzuschalten.

Beispiel: Klopfwertkontrolle von Flugkraftstoffen.

Behälter	Kraftstoff	Angabe der MOZ-Scheibe	Zeigerausschlag Sollwert = 50
1	MOZ 85	85	49
2	Probe 1	88	51
3	Probe 2	86	50
1	MOZ 90	89,5	52
2	Probe 3	90	49
3	Probe 4	88	51
1	MOZ 85	85,5	50
2	Probe 5	91	48
3	Probe 6	87	51
1	MOZ 90	90,5	49

2. Mischwert.

In der Praxis interessiert nun häufig die Frage, inwieweit man durch Zumischen ein schlechtes Grundbenzin in der Klopfestigkeit verbessern kann. Es ist nun nicht immer so, daß das erhaltene Mischprodukt umso besser wird, je höher bei gleicher Zusatzmenge die Oktanzahl des guten Benzins ist. Diese Verhältnisse zeigt Bild 19, wo ein Benzin durch drei verschiedenartige Kraftstoffe verbessert worden ist. Obwohl das Benzol für sich allein am klopfbesten ist,

so bringt es doch im Vergleich mit den beiden anderen Stoffen bis zu 75% Zumischung die geringste Klopfwertsteigerung zustande.

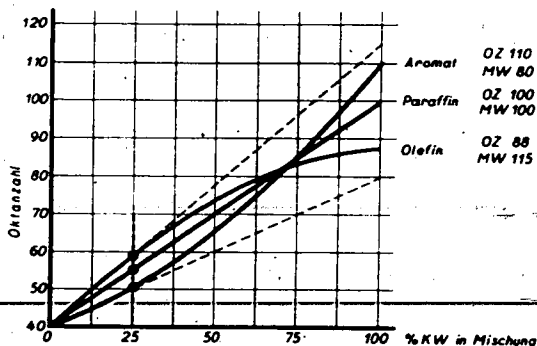


Bild 19.

Mischungsverhalten verschiedener Kohlenwasserstoffe

Obwohl das Aromat (Benzol) den höchsten Klopfwert besitzt, hat es wegen seines schlechteren Mischungsverhaltens den geringsten Mischwert (MW) unter den drei Kraftstoffen

Dieses Mischungsverhalten verschiedener Kraftstoffe drückt man durch den „Mischwert“ aus. Hierbei stellt man zunächst fest, wie groß die Verbesserung bei einem 25%igen Zusatz ist. Dann rechnet man sich aus, wie groß er bei einem $4 \times 25\%$ igen Zusatz, also bei 100%, sein würde und zählt diese Zahl zu dem Grundwert des Benzins. Die erhaltene Summe ist der in Oktanzahlen ausgedrückte Mischwert des verbessernden Benzins.

Beispiel:

OZ einer Mischung aus 25% Zusatz + 75% Grundbenzin	=	50 OZ
OZ des Grundbenzins allein	=	41 OZ
Verbesserung durch 25% Zusatz	=	50 - 41
	=	9 OZ
Verbesserung durch 100% Zusatz	=	4 · 9
	=	36 OZ
Mischwert des Zusatzes allein	=	41 + 36
	=	77 OZ

Die Höhe des Mischwertes hängt auch von den Umständen ab, unter denen er gefunden worden ist. Er unterscheidet sich von der zugehörigen Oktanzahl um so mehr, je weniger klopfest das Grundbenzin und je geringer der Zusatz des Mischkraftstoffes ist. Das Verfahren zur Mischwertbestimmung ist noch nicht genormt. Auf dem Technischen Prüfstand Oppau verwendet man als Grundbenzin das I. G.-Eichbenzin, das etwa die Oktanzahl 41 aufweist, und errechnet den Mischwert, wie angegeben, aus der Wirkung des 25%-igen Zusatzes.

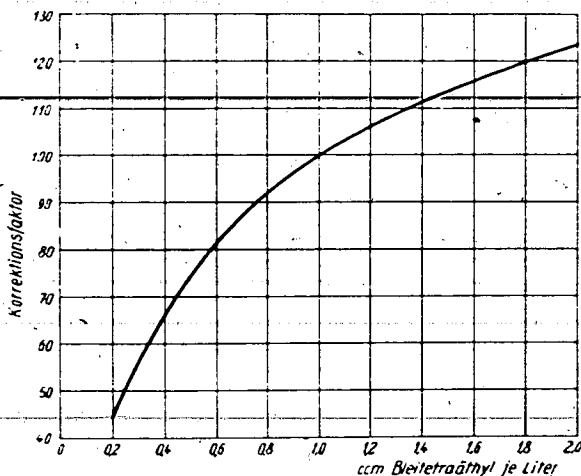
3. Bleiempfindlichkeit.

Geringe Zusätze von Bleitetraäthyl zu Benzin steigern dessen Klopfestigkeit sehr erheblich. Auch hier ist das Maß der Klopfwertverbesserung abhängig vom chemischen Aufbau des verwendeten Grundbenzins, außerdem aber auch von seiner Freiheit von Schwefelverbindungen. Die in der Praxis üblichen Zusätze bewegen sich zur Zeit bei Fahrbenzinen um 0,3 ccm, bei Flugbenzinen um 1 ccm pro Liter Benzin.

Bild 20.
Korrekturfaktor
zur Bestimmung der
Bleiempfindlichkeit
von Kraftstoffen

Der Kurvenverlauf gibt die Wirksamkeit des Bleitetraäthyls an.

Mit einem Zusatz von 0,25 ccm/ltr erreicht man nicht ein Viertel, sondern den halben Oktanzahlzuwachs gegenüber einem Zusatz von 1,0 ccm/ltr



Oft ist es wünschenswert, die Bleiempfindlichkeit verschiedener Benzine zu Vergleichszwecken durch eine Zahl auszudrücken. Dieses Verfahren ist auch noch nicht genormt. Auf dem Technischen Prüfstand Oppau bezeichnet man als Bleiempfindlichkeit E den hundertsten Teil des Produktes aus der Grundoktanzahl und dem Oktanzahlzuwachs bei Zugabe von 1 ccm Bleitetraäthyl zu 1 l Grundbenzin. Ist die Bleimischung mit einem anderen Zusatz als 1 ccm/l hergestellt worden, so ist der entsprechende Korrekturfaktor aus Bild 20 einzusetzen.

Beispiel:

Benzin ohne Bleizusatz	= 72 OZ
Benzin mit 0,9 ccm/l Bleizusatz	= 91,5 OZ
Verbesserung durch 0,9 ccm/l Bleizusatz	= 19,5 OZ
Bleiempfindlichkeit = $\frac{72 \times 19,5}{96}$	= 14,6 OZ

abgerundet 14,5 OZ

Die nach diesem Verfahren gemessenen Empfindlichkeitswerte bewegen sich in der Regel zwischen 8 und 15 Oktanzahlen. Die Prüfweise wurde empirisch ermittelt und eignet sich zur Kennzeichnung der üblichen Benzine von mehr als 40 OZ Grundwert, wobei die Oktanzahlsteigerung auf ein Benzin von OZ 100 und auf einen Bleitetraäthylzusatz von 1 ccm/l bezogen ist.

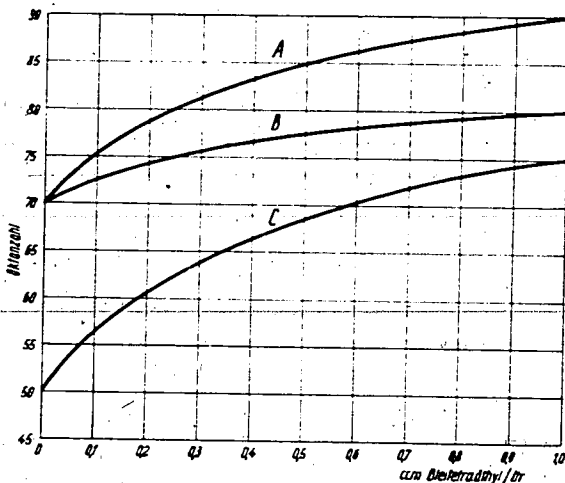


Bild 20a
Bleiempfindlichkeit
von drei Benzinen

In Bild 20a ist diese Methode auf die Bleikurven der drei Benzine A, B, C angewandt: Hiernach ergibt sich für

A (paraffinisch) E = 14,0

B (Spaltbenzin) E = 7,0

C (paraffinisch) E = 12,5

4. Prüfverfahren außerhalb Deutschlands.

Entstehung der Prüfverfahren am CFR-Motor.¹⁾

Lfd. Nr.	Prüf-Methode	Eingeführt		Grund
1	Research Motor ASTM ²⁾	1931	CFR-Committee	Erste CFR-Methode.
2		1933	CFR-Committee	Auf Grund von Fahrversuchsergebnissen in Amerika wurde die Research-Methode verlassen.
3	Flieger	1934	England	Motor-Methode ist für engl. Flug-Verhältnisse zu streng.
4	LT ³⁾	1936	Esso-Laboratories	Für Autobi mit Crackbi- und Bo-Zusatz, besonders bei niederen Lufttemperaturen.
5	L3	1937	Ethyl-Corp.	Für Autobi, die mit Ethylfluid versetzt sind.
6	Research A. A. C. ⁴⁾	1939	CFR-Committee	Nur für Forschungszwecke.
7		1935	Army Air Corps	Die zulässigen Verbrennungstemp. werden begrenzt. Benzol wird hierdurch schlecht bewertet.

Angewandte Prüfverfahren bei der Oktanzahlbestimmung am CFR-Motor.¹⁾

Prüfmethode	Research alt	Motor ²⁾ ASTM	Flieger	LT ³⁾	L 3	Research neu	A. A. C. ⁴⁾
Anwendung in Deutschland	Autobi	Flugbi	keine				
Anwendung im Ausland	Italien: Flugbi	Auto- und Flugbi	England: Flugbi	teilw. U. S. A. Autobi	teilw. U. S. A. Autobi	U. S. A. Forschung	Army Air Corps USA Flugbi
Drehzahl	600	900	900	900	900	600	1200
Kühltemp.	100	100	100	100	100	100	165
Gemisch-vorwärmung	keine	150	127	keine	127	52	keine
Vorzündung bei $\epsilon = 5:1$	veränderlich 22,5°	veränderlich 26°	veränderlich 26°	veränderlich 26°	veränderlich 16°	fest 13°	fest 30°

¹⁾ CFR = Cooperative Fuel Research.

²⁾ ASTM = American Society for Testing Materials.

³⁾ LT = Low Temperature.

⁴⁾ A. A. C. = Army Air Corps. Zu diesem Verfahren wurde am CFR-Motor der Hubraum und die Steuerzeiten geändert und der Springstiftapparat durch eine Temperaturmeßkerze ersetzt.

IX. Instandhaltung.

Der Prüfmotor wird in eingelaufenem und eingestelltem Zustand abgeliefert, nachdem er zuvor auf dem Technischen Prüfstand Oppau auf richtige Meßwerte geprüft worden ist.

Erfahrungsgemäß werden mit dem Gerät die besten Meßwerte dann erhalten, wenn es laufend zu Klopfwertbestimmungen eingesetzt wird. Nur gelegentliches Arbeiten am Prüfmotor führt deshalb zu unbefriedigenden Ergebnissen, weil hierbei in vielen Fällen das Gerät nicht ordnungsgemäß überwacht und das Prüfpersonal mit der Handhabung des Motors nicht genügend vertraut werden kann.

Um einwandfreie Meßwerte zu erhalten, bedarf das Gerät einer sorgsamten Pflege. Diese hat sich zu erstrecken auf

a) Aufrechterhaltung der vorgeschriebenen Betriebsbedingungen,

b) Überprüfung des Motors.

Die im Abschnitt IV angegebenen Prüfbedingungen sind, soweit sie nicht unmittelbar überwacht werden können, wie Kühltemperatur und Gemischvorheizung, regelmäßig nachzuprüfen. Dieses soll nach je 100 Stunden, also nach etwa je zwei Arbeitswochen bei normalem Betrieb geschehen. Bei Verwendung von schlechten und wenig gereinigten Kraftstoffen kann eine Überprüfung auch schon früher notwendig werden (Verpichung, Ölkohle).

Zur Überwachung des Motors wird auf dem Technischen Prüfstand Oppau der in Bild 21 dargestellte Instrumentenkasten

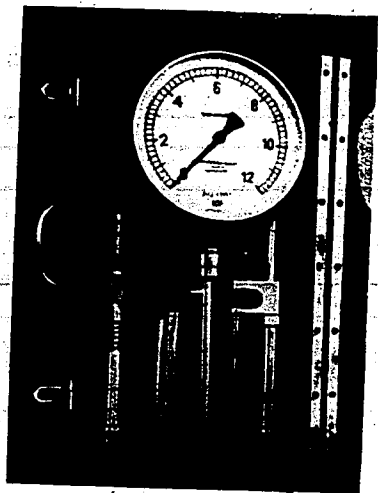


Bild 21. Instrumentenkasten

Inhalt:

Verdichtungsprüfer
Steuerungsprüfer
Zündpunktsprüfer

Tiefenlehre
Fühllehre
Kontaktfeile

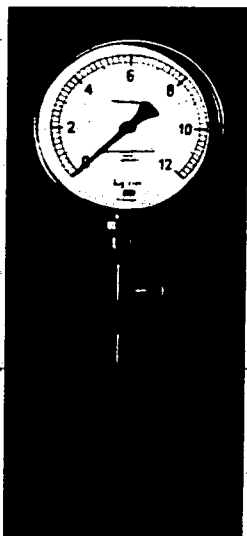


Bild 22

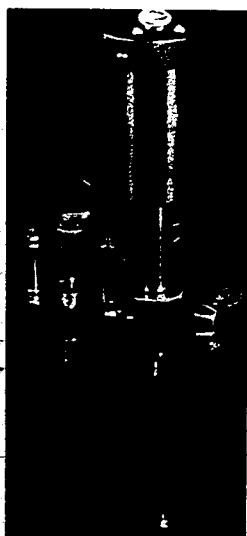


Bild 23



Bild 24

Prüfinstrumente

Bild 22. Verdichtungsprüfer

Bild 23. Steuerungsprüfer

Bild 24. Zündpunktsprüfer

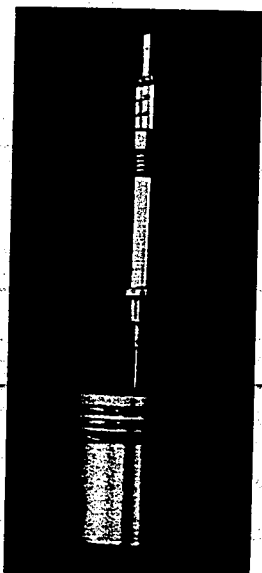


Bild 25. Tiefenlehre

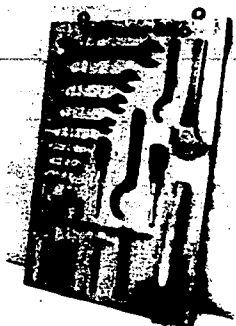


Bild 26. Werkzeugbrett

benützt. Er enthält den Verdichtungsprüfer, den Steuerungsprüfer, den Zündungsprüfer, die Tiefenlehre zum Einstellen des Verdichtungsverhältnisses, die Fühllehre von 0,05 bis 0,5 mm zum Einstellen der verschiedenen Abstände und eine Kontaktfleile. Die Anwendung dieser Instrumente ergibt sich aus den Bildern 22 bis 25. Auf einem Schlüsselbrett übersichtlich angeordnete Werkzeug, wie es beispielsweise nach Bild 26 der Fall ist, hilft mit, die Wartung des Prüfmotors zu erleichtern.

Zum mindesten nach jedem Zusammenbau soll der Motor auf seine Meßgenauigkeit nachgeprüft werden. Das kann geschehen:

- a) durch Kontrolle einiger Punkte der Eichkurve.
- b) durch Untersuchung von Benzin mit bekannter Oktanzahl.
- c) durch Untersuchung einer Mischung von 65 Teilen Oktan und 35 Teilen Heptan mittels einer Mischung von Reinbenzol und Heptan. Diese auf 1 Vol% Reinbenzol genau ermittelte Mischung soll ergeben:
 - a) nach der Research-Methode 59 Teile Benzol + 41 Teile Heptan,
 - b) nach der Motor-Methode 68 Teile Benzol + 32 Teile Heptan.

Bei der Instandhaltung des Prüfmotors sind folgende Punkte zu beachten:

Springstiftapparat.

Solange dieser regelmäßig arbeitet (gleiche Ablesungen), empfindlich anzeigt (mindestens 8 Ablesungs-Unterschiede für zwei OZ, jedoch schwanken, wie früher erwähnt, die Unterschiede sehr nach Klopfwert und Klopfmethode) und beim Umschalten auf Benzol auf Ablesung 0 zurückgeht, unterlasse man dessen Auseinandernehmen, Verstellen und Reinigen.

Störungen können auftreten an der Membrane, den beiden Kontaktflächen, den vorgeschriebenen Federspannungen, den elektrischen Anschlüssen wie auch an der Lichtmaschine selbst (vgl. Abschnitt V).

Schwankende Ablesungen können jedoch auch bei richtig arbeitendem Springstiftapparat erhalten werden, wenn der Motor selbst unregelmäßig klopft (z. B. Ölkohle, zu magere Vergasereinstellung, zu große Klopfstärke, Zündkerze nicht in Ordnung, Falschluf im Vergaser).

Vergaser.

Auf Dichthalten und Hängenbleiben der Schwimbernadeventile während des Betriebes achten. Beim Abschalten steigt der Stand im Schauglas um einige Teilstriche. Die Nadelventile können verschmutzt sein. Ein leichter Schlag auf die Nadel bringt auch bei hartnäckigen Fällen diese wieder zum Dichthalten. Nadel jedoch nicht einschleifen, da sie sonst zum Hängenbleiben neigt.

Dichthalten des Umschalthahnes prüfen:

Über Nacht einen Kraftstoffbehälter füllen. Bei undichtem Hahn drückt sich der Kraftstoff aus diesem in einen anderen Behälter durch. Der Ablaßhahn muß bei diesem Versuch geschlossen bleiben.

Reinigen der Düse:

Beim Dreischwimmer-Vergaser ist die Düse nach dem Lösen der Rückenverschraubung des Umschalthahnes zugänglich (vgl. Bild 11).

Zylinderkopf.

Nach je 100 Betriebsstunden abnehmen und reinigen. Auch Kühlwasserräume durchspülen und nötigenfalls entfetten.

Zylinder und Laufbüchse.

Während der ersten Monate nach der Lieferung abnehmen, um das Einlaufen des Kolbens und die Beweglichkeit der Ringe beobachten zu können. Zylinder nach diesem Zeitpunkt nur vierteljährlich oder bei sehr starker Ölkohe abheben. Beim Ersatz der Laufbüchse darauf achten, daß der Büchsenrand um etwa $\frac{1}{10}$ mm über den Zylinderrand ragt, da sonst Schwierigkeiten in der Abdichtung auftreten. Nach dem Einbau ist die Büchse auf Rundheit nachzuprüfen. Wenn nötig, ist die Ringmutter zu lösen und der Dichtungsring aus Gummi zu verdrehen, worauf die Ringmutter wieder vorsichtig angezogen und die Büchse nochmals vermessen wird.

Werden Kolben oder Laufbüchse ausgewechselt, so müssen die neuen Teile sorgfältig eingefahren werden.

Ventile und Ventilfehrung.

Ausbauen und nachschleifen, wenn nicht eine ununterbrochene polierte Berührungslinie auf dem Ventil und dem Sitz erkennbar ist. Das Nachschleifen soll nicht übertrieben werden, damit die Lebensdauer des Ventils nicht unnötig verkürzt wird. Nach dem Zusammenbau Spiel der Stößel genau einstellen. Eingeschlagene Ventile nachschleifen oder auswechseln, den Gegensatz im Zylinderkopf nachdrehen und anfräsen. Ventilfehrung täglich mit graphitiertem Öl schmieren.

Zündkerze.

Reinigen und auf Isolationsfehler und Elektrodenabstand nachprüfen.

Unterbrecher.

Kontakte auf Sauberkeit und richtigen Abstand nachsehen, Öffnungszeitpunkt nachprüfen, Skala nachstellen.

Ansaugrohr.

Halbjährlich nachsehen und reinigen. Kugel des Quecksilberthermometers muß in Mitte Ansaugöffnung stehen.

Gemischvorheizung.

Einsatz halbjährlich ausschrauben (Vorsicht, Silitstäbe leicht zerbrechlich!) und reinigen. Die vier Befestigungsschrauben am Flansch dürfen hierzu nicht gelöst werden. Einsatz dann so einbauen, daß die Schmalseite der beiden Glieder gegen die Eintrittsöffnung gerichtet ist. Beim Ersatz auf richtige Spannung achten (frühere Ausführungen 80-Volt, jetzige Ausführung 100 Volt Spannung).

Riementrieb.

Nicht zu sehr vorspannen, da sonst das Kurbelwellenlager an der Schwungradseite unnötig belastet wird.

Kühlkondensator.

Nach dem Abstellen des Wasserdurchflusses bleibt in der Kühlschleife noch Wasser stehen. Besteht Frostgefahr, so ist also nicht nur das Kühlmittel des Zylinders, sondern auch das Kühlwasser in der Spirale abzulassen. Hierzu muß entweder der Kühlkondensator abgeschraubt und umgekehrt werden, oder man treibt das Wasser mit Preßluft aus.

Verdichtungsskala.

Einstellung muß nach jedem Wiederaufbau des Zylinderkopfes nachgeprüft werden. Rückholfeder der Trommelscheibe genügend vorspannen.

Oktanskala.

Wird durch Vergleich mit Octan-Heptan in der Gegend des vorwiegenden Arbeitsbereiches und der Prüfmethode entsprechend eingestellt. Wesentliche Änderungen in ihrer Stellung zum zugehörigen Verdichtungsverhältnis lassen meist auf irgendwelche Störungen schließen, die zu beheben sind (z. B. Dichthalten von Kolben und Ventilen).

Schmieröl.

Nach je 100 Betriebsstunden wechseln. Sieb hinter dem Schauglas reinigen.

Kühlmittel.

Beim Übergang von der Glykalmischung auf Wasser oder umgekehrt ist das Kühlmittel erst nach mehrmaligem Durchspülen der Anlage einzufüllen. Vorher sinngemäß mit einer ähnlichen Flüssigkeit durchspülen, wie sie später zum Kühlen verwendet wird. Er gibt sich dann trotzdem beim Glykolbetrieb eine Temperatur von über 150° C, so genügen meist wenige Kubikzentimeter Wasser zum Nachregeln. Bei Temperaturen von etwas unter 150° C läßt sich nach dem Öffnen der Einfüllschraube und dem Abstellen des Kondensatorkühlwassers durch Verdampfen des Wasseranteils im Glykol-Wassergemisch dessen Temperatur erhöhen.

Kühlräume.

Reinigen durch gelegentliches Ausspülen mit einem geeigneten Mittel, z. B. P 3.

Lichtmaschine.

Für deren Wartung gelten die Vorschriften der Firma Bosch. Nach diesen soll die Lichtmaschine nach jeweils 300 Stunden gründlich geprüft werden, wobei die Kugellager mit Heißlagerfett gefüllt werden. Bei dieser Gelegenheit werden dann auch die Reglerkontakte, die Bürsten und der Kollektor der Lichtmaschine nachgesehen.

Generator.

Nach 3000 Betriebsstunden Lager mit Heißlager-Spezialfett nachfüllen, wobei die Füllung nur die Hälfte des Lagerraumes betragen soll.

X. Eichkraftstoffe und Bleitetraäthyl.

1. Eichkraftstoffe

Als Urbezugskraftstoffe zur Klopfwertbestimmung haben sich international das Oktan (2-2-4-Trimethylpentan) und das Heptan (n-Heptan) eingeführt. Der geringen verfügbaren Menge und des hohen Preises wegen wird jedoch nur in Ausnahmefällen unmittelbar mit diesen beiden Stoffen gearbeitet. Zur laufenden Klopfwertbestimmung verwendet man geeignete Ersatzstoffe. Diese sind jedoch noch nicht genormt, wie es im Interesse einer einheitlichen Durchführung von Klopfwertbestimmungen wünschenswert wäre. Am verbreitetsten in Deutschland sind als Unterbezugskraftstoffe Mischungen von Reinbenzol und I. G.-Eichbenzin. Zur Kennzeichnung der einzelnen Chargen wird das I. G.-Eichbenzin mit einer laufenden Nummer versehen, z. B. Eichbenzin IG 4. Mit den Stoffen Reinbenzol/Eichbenzin kann, wie Bild 27 zeigt, ein Meßbereich von etwa OZ 40 bis OZ 90 bestrichen werden. Sind Benzine zu untersuchen, deren Klopfverhalten außerhalb dieses Bereiches liegt, so wird gewöhnlich die Klopfwertbestimmung unmittelbar mit Oktan/Heptan durchgeführt.

Definitionsgemäß endigt die Oktanskala bei OZ 100. Es gibt aber eine Anzahl von Kraftstoffen oder Kraftstoffmischungen, deren Klopfverhalten die OZ 100 überschreitet, weil ihr Klopfwert besser ist als derjenige des Klopfoktans. Zur Untersuchung dieser Stoffe wird auf dem Technischen Prüfstand Oppau die im Bild 28 dargestellte Eichkurve verwendet, wobei das Klopfoktan durch steigenden Zusatz an Bleitetraäthyl in seinem Klopfverhalten verbessert worden ist. Die Kurve selbst ist durch Verlängern der schon bestehenden Beziehung Motoroktanzahl: Verdichtungsverhältnis über den Wert 100 hinaus entstanden.

Bei häufigeren Untersuchungen von Flugbenzinen, deren Klopfwert am Ende der Benzol-Eichkurve nach Bild 27 liegt, oder diese sogar übersteigt, ist es zweckmäßig, eine Eichmischung zu benutzen, die aus Eichbenzin und Oktan besteht und einen gleichbleibenden Zusatz von 1 ccm Bleitetraäthyl/Liter aufweist. In solchen Fällen

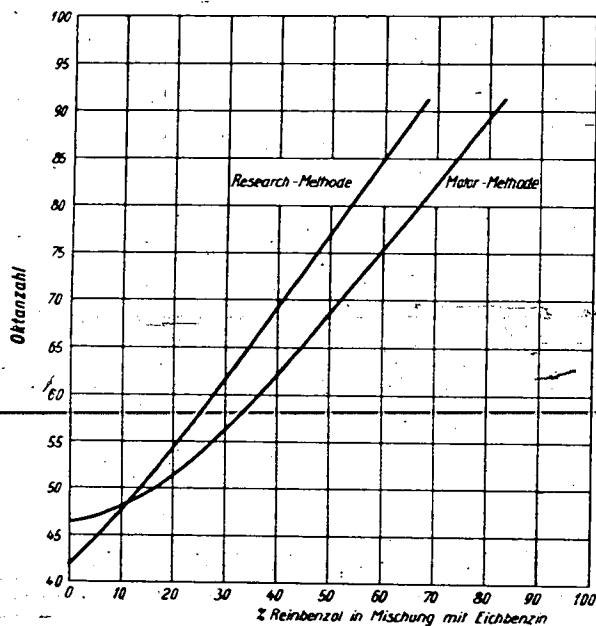


Bild 27
Eichkurven
für Kraftstoffe
im üblichen
Meßbereich
Reinbenzol / Eichbenzin

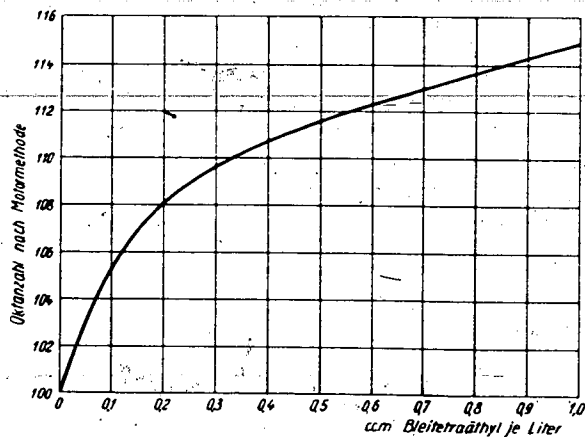


Bild 28
Eichkurve für
hochklopfeste
Kraftstoffe
Oktan / Bleitetradthy

arbeitet der Technische Prüfstand Oppau mit der Eichkurve nach Bild 29. Hierbei sind die Werte über der MOZ 100 aus der vorherbeschriebenen Kurve nach Bild 28 entnommen worden. Da diese Fliegereichkurve einen Meßbereich von MOZ 74 bis 115 umfaßt, liegt sie für die Untersuchung aller Arten von Flugbenzinen sehr günstig. Bei deren Untersuchung durch diese bleihaltige Fliegereichkurve ist zudem noch ein rascheres Arbeiten möglich als mit den unverbleiten Bezugskraftstoffen, weil jetzt Vergleichsmischungen und Benzprobe etwa in gleichem Maße Bleitetraäthyl-Zusatz enthalten, was sich auf die Einlaufzeit des Motors beim Umschalten des Vergaserhahnes sehr günstig auswirkt.

2. Bleitetraäthyl.

Zur Erhöhung der Klopfestigkeit wird dem Benzin Bleitetraäthyl zugesetzt. Handelsmäßig ist Bleitetraäthyl nicht in reiner, sondern nur in verdünnter Form unter der Bezeichnung „Ethyl-Fluid“ erhältlich. Man unterscheidet:

- 1-T-Fluid für Fliegerkraftstoffe, blau gefärbt
- Q-Fluid für Autokraftstoffe, meist rot gefärbt.

Zur Handhabung auf dem Klopfprüfstand wird das Fluid noch weiter verdünnt und eine „Bleilösung“ wie folgt angesetzt:

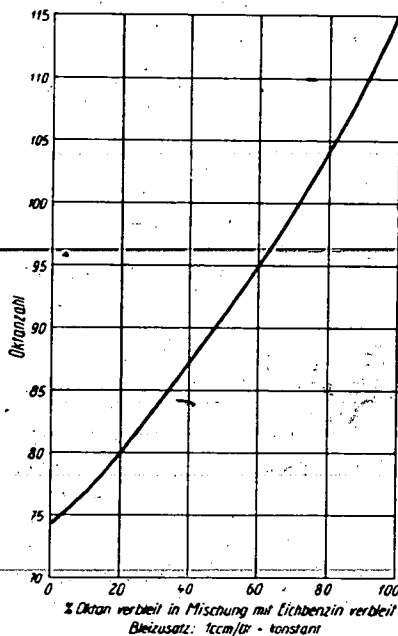


Bild 29
Eichkurve für Flugkraftstoffe von
üblicher und höchster Klopfestigkeit
Oktan / Ethylbenzol / Bleitetraäthyl.

92 ccm Fluid 1-T-blau
+ 208 ccm Benzin oder Benzol mit der Jodzahl 0

300 ccm Bleilösung mit 60 ccm reinem Bleitetraäthyl

Diese Bleilösung dient zum Vermischen mit Benzin, und zwar entspricht 1 ccm Bleilösung auf den Inhalt einer Meßbürette mit 200 ccm einem Bleigehalt in der fertigen Mischung von 1 ccm/Liter oder 0,1%. In einer solchen Verdünnung hat das Bleitetraäthyl praktisch seine besondere Giftigkeit verloren, jedoch ist noch beim Umgang mit der Bleilösung die nötige Sorgfalt erforderlich. Zum Ansetzen der Bleilösung kann man eine Vorrichtung nach Bild 18, zum Abmessen eine solche nach Bild 17 verwenden. Die Bleilösung selbst muß vor Lichteinwirkung geschützt werden, da sonst das Blei ausflockt. ~~Man verwendet deshalb zum Aufbewahren dunkle Flaschen. Ver-~~schüttete Bleilösung oder Ethylfluid wird mit Tetrachlorkohlenstoff, das 2% Brom enthält, abgespült. Im übrigen sind die Vorschriften der Ethyl G.m.b.H. über den Umgang mit Bleitetraäthyl im Laboratorium zu beachten.

Diese besagen im wesentlichen, daß das Abmessen und Mischen von Bleibenzinen im Laboratorium in einem Schrank mit Luftabzug geschehen soll. Wird die Bleilösung angesetzt, was zweckmäßigerweise stets durch dieselbe Person erfolgen soll, so sind hierzu Gummischuhe, -schürze, -handschuhe und Gasmaske, sowie ein weißer Labormantel zu benutzen. Gründliche Reinigung der Hände durch Bürsten und anschließendes Einfetten ist Vorschrift. Ethylfluid und Bleilösung sind vor unbefugter Entnahme zu schützen. Konzentriertes Ethylfluid darf nicht in den Ausguß gelangen.

XI. Anschriften-Verzeichnis.

Der Prüfmotor wird von der Firma Daimler-Benz Aktiengesellschaft, Werk Mannheim, nach den Angaben des Technischen Prüfstandes Oppau der I. G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft gebaut und vertrieben. Für die **Ausführung der Geräte** übernimmt im Rahmen ihrer Garantiebestimmungen die Firma Daimler-Benz Gewähr. Von dort können auch Ersatzteile bezogen werden; eine Bezeichnung der Einzelteile ist auf den Bildern 30 und 31 enthalten.

Die Anschrift lautet: Daimler-Benz, Aktiengesellschaft, Abt. Motorenbau, Mannheim, Postschließfach 197.

Wie schon früher erwähnt, wird der I. G.-Prüfmotor vor dem ~~Versand durch den Technischen Prüfstand der I. G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft~~ auf sein Meßverhalten untersucht. Anregungen und Wünsche, welche **Meßergebnisse** sowie die **Weiterentwicklung** des Gerätes betreffen, sind zu richten an: I. G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft, Techn. Prüfstand Op, Ludwigshafen a. Rh.

Von dort können auch die Meßbüretten und die Prüfinstrumente bezogen werden.

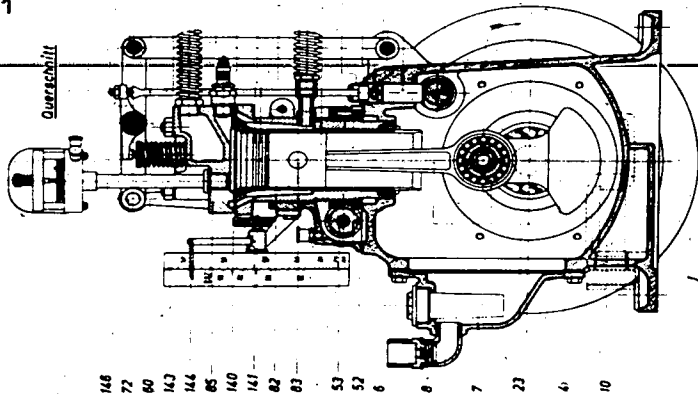
Die zur Klopfwertbestimmung nötigen Bezugstoffe **Oktan** und **Heptan**, weiter die Hilfsstoffe **Eichbenzin** und **Eichbenzol** sowie das **Heißkühlungs-Glykol** und **Motorenöl** können durch die I. G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft bezogen werden. Mit der Auslieferung von Eichbenzin werden auch die zu diesem gehörigen Eichkurven und Güteziffern dem Besteller ausgehändigt.

Die Anschrift bei einer solchen Bestellung lautet: I. G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft, Abteilung Oele, Berlin NW7, Unter den Linden 24.

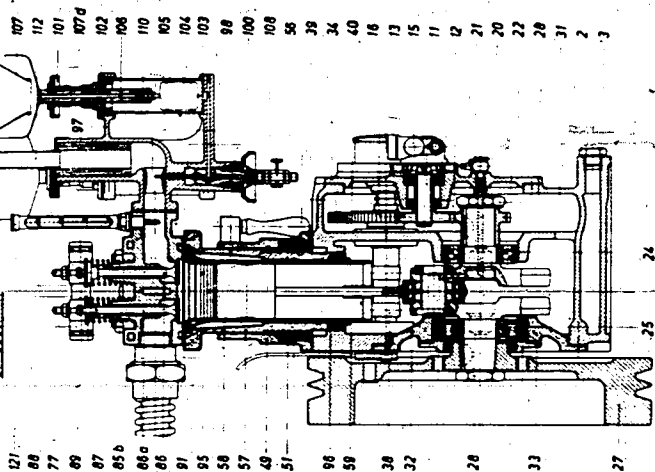
Fragen, die den **Umgang** oder die Verwendung von **Bleitetraäthyl** betreffen, werden zweckmäßigerweise in Zusammenarbeit mit der Ethyl G. m. b. H., die das Ethyl-Fluid herstellt und vertreibt, geklärt. Die Anschrift dieser Gesellschaft lautet: Ethyl G. m. b. H., Berlin NW 7, Unter den Linden 22.

26 Prüfmotor

Seitenansicht



Querschnitt



Längsschnitt

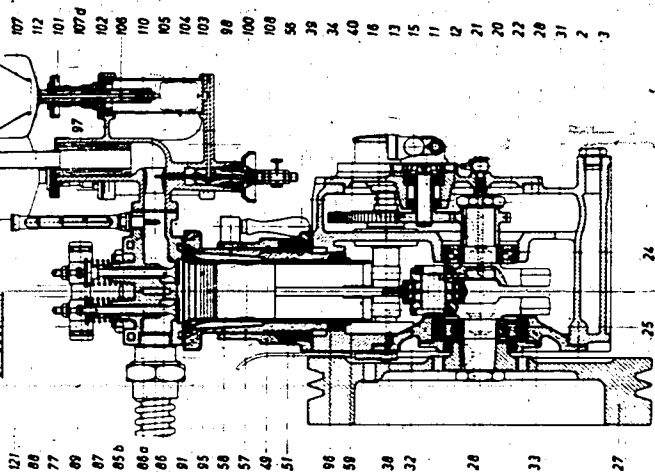


Bild 30. Ersatzteilliste

Unter den angegebenen Ziffern können die Ersatzteile bei der Daimler-Benz A.G., Werk Mannheim bestellt werden

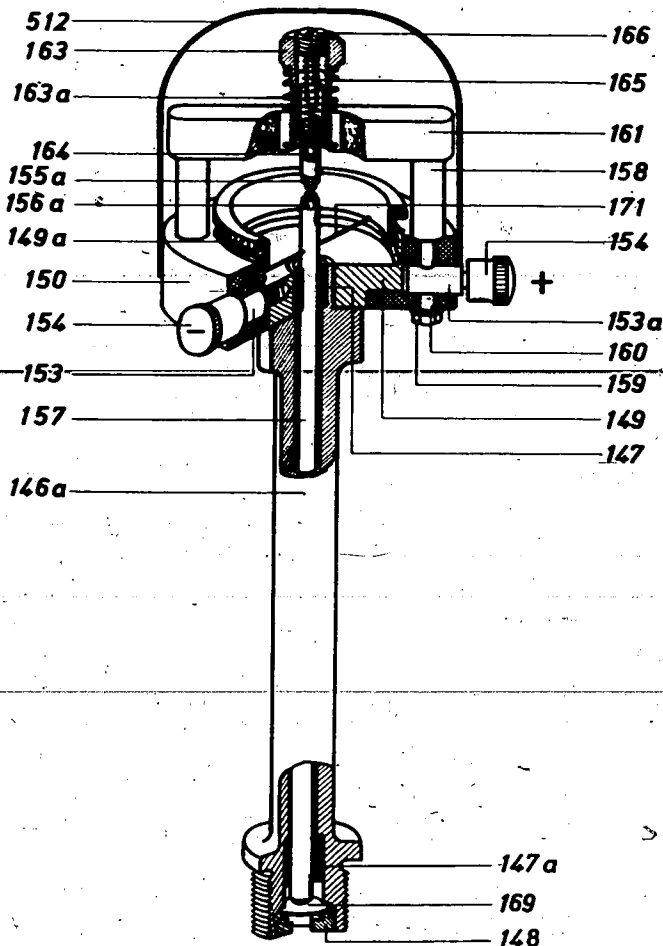


Bild 31.—Ersatzteilliste des Springstiftapparates

Unter den angegebenen Ziffern können die Ersatzteile bei der Daimler-Benz A.-G.,
Werk Mannheim, bestellt werden

Klopferbestimmung vom 30. 5. 40. Probe 75 Oktan + 25 Heptan

Maschine P 27 Methode R6 Oktanzahl 75,-

Umdr./min 600 Kälttemp. °C 100 Verdichtungsverh. 5,82 Lufttemp. °C 29
Vorladung 22° Gemischtemp. °C 26 Luftdruck mmHg 752 Luftdruck % 67

	Probe	Vergl. Misch. 110/52 JG 5	Vergl. Misch. 50B/50 JG 5	
Marke	56 57 58 59	59 55 56 57	56 57 58 59	
Ableseung	99 50 96 40	40 58 61 55	28 39 39 35	
Klopfermaximum bei Marke	57	56	57,5	
		Ableseung	Mittelwert	Bemerkung
Vergleichsmischung	50 B + 50 JG 5	39 38 39	39	
Probe	75 Oktan + 25 Heptan	52 52 51	52	
Vergleichsmischung	48 B + 52 JG 5	59 58 58	58	

Untersucht durch:

Larm

Probe 48,6 B + 51,4 JG 5

Klopferbestimmung vom 28. 5. 40. Probe JG 53

Maschine P 111 Methode Motor Oktanzahl 85,8

Umdr./min 900 Kälttemp. °C 150 Verdichtungsverh. 5,84 Lufttemp. °C 29
Vorladung 22° Gemischtemp. °C 150 Luftdruck mmHg 755 Luftdruck % 59

	Probe	Vergl. Misch. 110/52 JG 5	Vergl. Misch. 75B + 25 JG 5	
Marke	42 43 44 45	47 48 49 50	47 48 49 50	
Ableseung	43 45 50 45	17 19 16 14	47 51 48 46	
Klopfermaximum bei Marke	44	48	48	
		Ableseung	Mittelwert	Bemerkung
Vergleichsmischung II	75 B + 25 JG 5	53 54 51	54	
Probe	JG 53	50 50 49	50	
Vergleichsmischung I	78 B + 22 JG 5	18 17 18	18	

Untersucht durch:

Larm

Probe 75,3 B + 24,7 JG 5

Anlage. Muster eines Untersuchungsprotokolls.

Das obere Beispiel wurde der Aufstellung einer Eichkurve nach der Research-Methode entnommen.
Das untere Beispiel entspricht der Klopferbestimmung eines Flugbenzins.