

Preis 50 Pfg.

Anweisung für die Untersuchung von Treib-, Heiz- und Schmierölen sowie von festen Brennstoffen

mit dem

Zündwertprüfer

nach Jentzsch

D. R.-Patent Nr. 408 475 mit Vorrichtung zur Bestimmung des Siede-
verlaufes (D. R. P. angemeldet) Flammprüfer, Zünddruckmesser usw.

Modell 36

Alleinhersteller:

Heinrich Schlotfeldt, Kiel

vormals Heustreu, gegr. 1862

Küterstraße 5



Fernruf 6931

Werkstätten für nautische und physikalische Instrumente
Ausrüstung von Schiffslaboratorien

Nachdruck verboten

1042

Preis 50 Pfg.

Anweisung für die Untersuchung von Treib-, Heiz- und Schmierölen sowie von festen Brennstoffen

mit dem

Zündwertprüfer nach Jentzsch

D. R.-Patent Nr. 408 475 mit Vorrichtung zur Bestimmung des Siede-
verlaufes (D. R. P. angemeldet) Flammprüfer, Zünddruckmesser usw.

Modell 36

Alleinhersteller:
Heinrich Schlotfeldt, Kiel
vormals Heustreu, gegr. 1862

Küterstraße 5



Fernruf 6931

Werkstätten für nautische und physikalische Instrumente
Ausrüstung von Schiffslaboratorien

Nachdruck verboten

Druck: Hansa-Druckerei Walter Stärke, Kiel. Brunswiker Straße 9.

10423

Inhaltsverzeichnis.

Seite	3	Literaturverzeichnis.
"	4	Beschreibung.
"	6	Allgemeines.
"	7	Bestimmung des Selbstzündungspunktes.
"	9	" " unteren Zündwertes.
"	10	" " oberen Zündwertes.
"	11	" " Kennzündwertes.
"	11	Aufzeichnung der Selbstzündungskurve.
"	15	" " des Zündungsdreiecks.
"	16	Bestimmung des Zündverzugs.
"	17	" " der Siedezahl nach Jentzsch.
"	18	" " der Verdampfungsdauer.
"	18	" " von Ölkoks.
"	19	" " des Filtervermögens.
"	19	" " der Vergleichszahl für Benzine (Zündwert-Oktanzahl).
"	20	" " der Vergleichszahl für Diesel-Treiböl (Zündwert-Cetanzahl).
"	21	" " der Zünd- und Verdampfungseigenschaften von Treib- und Heizölen nach einer Schnellmethode.
"	23	" " des Flammpunkts nach Jentzsch.
"	24	" " des Brennpunkts " "
"	24	" " von Wasser in Ölen.
"	25	Prüfung des Ursprungs von Rückständen.
"	26	" " von Isolierstoffen und Packungsmaterialien.
"	26	" " von feuerhemmenden Anstrichen.
"	27	Meßgenauigkeit und Toleranzen.
"	28	Zünddruckmesser nach Jentzsch.
"	30	Schlußwort.
"	32	Nachtrag: Ausrüstung von Schiffslaboratorien.

Literaturverzeichnis.

- 1) 1924 Zeitschrift des V. D. I., Bd. 68, Nr. 43,
Jentzsch „Selbstzündung von Ölen“.
- 2) 1925 Zeitschrift des V. D. I., Bd. 69, Nr. 42,
Jentzsch „Selbstzündung von Ölen“.
- 3) 1926 V. D. I.-Taschenbuch Nr. 4 „Flüssige Brennstoffe“ von Jentzsch.
- 4) 1928 Zeitschrift des Ob. Schl. Berg- und Hüttenmännischen Vereins,
Bd. 67, S. 630 u. 688,
Lange „Entzündungstemperaturen v. Steinkohlenstäuben“.
- 5) 1929 Zeitschrift Werft - Reederei - Hafen, Bd. 10, Heft 20.
Jentzsch „Kohlenstaub als Treibmittel f. Brennkraftmasch.“
- 6) 1929 Zeitschrift Werft - Reederei - Hafen, Bd. 10, Heft 11.
Jentzsch „Motor, Brennstoff oder Schmieröl als Schuldige
bei Betriebsstörungen“.
- 7) 1931 Zeitschrift Schiffbau 1931, S. 9, Schäfer „Die Entzündbarkeit
der Bau- und Isolierstoffe auf Schiffen“.
- 8) 1932 Zeitschrift Przemysl Chemiczny 1932, S. 25 u. 31, Karpinski
„Einfluß des Äthylalkohols auf die Selbstentzündungspunkte
von Benzin“.
- 9) 1932 Zeitschrift Angewandte Chemie, Nr. 45, S. 598, Zerbe u. Eckert
„Selbstzündungseigenschaften und chemische Konstitution“.
- 10) 1932 Jahrbuch der Schiffbautechn. Gesellschaft 1932, S. 181,
Schäfer „Neuere Anschauungen über motorische Ent-
zündungs- und Verbrennungsvorgänge“.
- 11) 1932 Zeitschrift Brennstoff-Chemie, Bd. 13, Heft 19,
Hack „Beziehungen zwischen den Schwelpunkten und dem
Selbstzündungspunkt von Steinkohlenstaub“.
- 12) 1933 Sonderdruck der Welterdöltagung in London v. 19.-25. Juli 1933,
Schäfer „Klopffestigkeit u. Selbstentzündungseigenschaften
flüssiger Brennstoffe“.
- 13) 1933 Mitteilungen des Verb. f. Mat. Prüf. d. Technik Nr. 25 v. 7. 33,
Jentzsch „Der Kennzündwert und seine Beziehungen zur
chemischen Konstitution“.
- 14) 1933 Zeitschrift Angewandte Chemie Nr. 42 v. 21. Okt. 1933,
Zerbe, Eckert, Jentzsch „Katalytische Einflüsse bei Selbst-
zündungsvorgängen“.
- 15) 1934 Zeitschrift Fettchemische Umschau, Bd. 41, Heft 2,
Eckert „Selbstzündungseigenschaften fester Öle“.
- 16) 1934 Zeitschrift Öl und Kohle, Heft 3,
Zerbe u. Eckert „Zusammenhänge zwischen Selbstzün-
dungs- und motorischen Verbrennungsvorgängen“.
- 17) 1935 Mitteilungen des Mat. Prüfamtes der jugoslawischen Marine,
Kranjesvic „Selbstzündungseigenschaften jugoslawischer
Steinkohlen“.
- 18) 1935 Zeitschrift Der Holzmarkt v. 31. Aug. 1935, Arndt „Zünd- und
Brenneigenschaften von Holz, Isolierstoffen usw.“.
- 19) 1935 Machleidt „Leitfaden für die Obermaschinen- und Motoren-
Lehrgänge der Marineschule Kiel“, S. 54 u. 55, S. 67—73.
- 20) 1936 Inauguraldissertation, Mohr „Selbstzündungs- und motorische
Verbrennungsvorgänge“.
- 21) 1936 Paarmann „Chemie des Waffen- und Maschinenwesens“, Leit-
faden der Stoffkunde für den Offizernachwuchs der Kriegs-
marine, S. 21—23.

Beschreibung.

1. Ofen mit Zündtiegel.

Der Ofen ist an eine Stromleitung der angegebenen Spannung anzuschließen. In jede der vier Bohrungen des Tiegels wird mit Hilfe der beigegebenen Pinzette je ein reiner Vergasungsteller gesetzt. Von diesen vier Bohrungen dienen drei als Zündkammern; sie sind durch Kanäle mit der mittleren Sauerstoffzuführung verbunden. Die nicht mit der Sauerstoffzuführung verbundene Kammer dient zur Aufnahme des Thermometers und ist durch die Buchstaben T-T gekennzeichnet. Für Thermometer ist eine Ringführung vorgesehen, während zur Aufnahme der Thermoelemente eine besondere Führung dient. Die Thermometer dürfen mit Rücksicht auf den Erweichungspunkt des Glases nicht über 600°C erwärmt werden. Als Eichsubstanz und zur Kontrolle der Thermometer usw. dient Aethyl-Aether, dessen Selbstzündungspunkt im Sauerstoffstrom von etwa 300 Blasen pro Minute bei genau 200°C liegt. Für die Verwendung an Bord von Kriegsschiffen usw. ist ein Thermoelement mit Ablesegerät in Sonderausführung vorgesehen.

2. Sauerstofftrockner.

Mit dem Sauerstoffzuführungsrohr des Zündtiegels ist der **Sauerstofftrockner** verbunden. Die Verbindungsleitungen müssen sämtlich luftdicht abschließen. Das Einsatzrohr des Trockners ist mit staubfreiem, trockenem Chlorokalzium von etwa Erbsengröße zu füllen. Die Hähne des Trockners, wie alle übrigen Hähne des Gerätes sind schwach einzufetten. Zur Entfernung unbrauchbaren Chlorkalziums ist das Einsatzrohr gegen das Reserverohr auszutauschen und bis zur vollständigen Auflösung des Inhaltes in Wasser zu legen.

3. Blasenähler.

Der Sauerstofftrockner ist mit dem kurzen Knierohr des **Blasenählers** verbunden. Die Flasche des Blasenählers wird genau bis zur Oberkannte der Düse mit destilliertem Wasser gefüllt. Die Füllung erfolgt durch das lange Knierohr mit Hilfe eines Gummischlauches und eines Trichters. Die **Blasenählung** wird folgendermaßen ausgeführt: Sobald eine Sauerstoffblase sich von der Düse löst, setzt man die

Stoppuhr in Gang. Diese Blase wird als „Null“ gezählt und dann die Zählung, beginnend mit der nächsten Blase, für die Dauer von 10, 15 oder 30 Sekunden durchgeführt. Die erhaltene Blasen Zahl gibt sodann, entsprechend mit 6, 4 oder 2 multipliziert, die Blasen Zahl pro Minute an. Bei höheren Blasen Zahlen ist nur jede zweite Blase zu zählen, etwa folgendermaßen: 0 + 1 + 2 + 3 + 4 usw. und dann mit 2 zu multiplizieren. Für Sonderzwecke, z. B. bei Ausführung der Schnellmethode, bedient man sich des Sauerstoffströmungsmessers.

4. Sauerstoff-Strömungsmesser.

Der Sauerstoff-Strömungsmesser wird nur auf besonderen Wunsch geliefert. Er wird an den Blasen zähler angeschlossen und dient zur Ermöglichung einer sicheren Einstellung der Blasen Zahlen. Eine genaue Gebrauchsanweisung wird mitgeliefert.

5. Feinstellventil.

Das lange Knierohr des Blasen zählers ist mit dem Austrittsstutzen des Feinstellventils verbunden. Zum vollständigen Absperren benutze man das Ventil nach Möglichkeit nicht. Zur Abgabe von Sauerstoffstößen löst man die Halteschraube und verschiebt das Vorgelege nach rechts.

6. Druckminderventil.

Vom Feinstellventil führt eine Leitung aus dünnem Kupferrohr zum Austrittsstutzen des Druckminderventiles. Das Druckminderventil ist im fließenden Sauerstoffstrom auf genau 1 atü einzustellen. Dieser Druck ist zur Erzielung gleichmäßiger Blasengröße stets beizubehalten. Zum zeitweiligen Absperren des Sauerstoffs betätigt man die Dreiwegehähne am Blasen zähler und am Trockner.

7. Sauerstoff-Flasche.

Die Stahlflasche soll mit Sauerstoff von mindestens 98% Reinheit gefüllt sein. Ventile und Gewinde dürfen nicht eingefettet werden. Das Flaschenventil ist stets zu schließen, wenn die Apparatur außer Betrieb gesetzt wird. Für den Gebrauch an Bord von Kriegsschiffen usw. ist eine Sonderausführung der Sauerstoff-Flasche mit Druckminderventil und Umfüllstutzen vorgesehen.

Bedienungsvorschrift.

1. Allgemeines.

Vor Beginn einer Untersuchung muß das Gerät in allen seinen Teilen gründlich nachgesehen werden. Es dürfen z. B. keine Wicklungen der Heizspirale des Ofens miteinander in Berührung sein. Sämtliche Bohrungen des Zündtiegels müssen metallisch sauber und glänzend aussehen, und die Sauerstoffzuführungen müssen gut angezogen und sauerstoffundurchlässig sein. ~~Der Trockner soll mit einer ausreichenden Menge~~ Chlorkalzium gefüllt sein. Im Blasenähler soll der Wasserstand genau bis zur Oberkante der Düse reichen. Die Vergasungsteller müssen metallisch rein und glänzend, **nicht matt**, sein. Gebrauchte Teller werden ausgeglüht, erforderlichenfalls bei 500°C und reichlicher Sauerstoffzufuhr in den Zündtiegel gegeben und etwa $\frac{1}{2}$ Min. darin belassen. Nach dem Ausglühen sind die Teller mit der kleinen Stahldrahtbürste auf dem Reinigungskorken sauber zu reinigen und auszuwischen. Die große Bürste dient zur Reinigung des Tiegels.

In **jede** der 4 Kammern gibt man einen Vergasungsteller und führt in die mit T-T bezeichnete Kammer ein Thermometer oder Thermo-Element mit der zugehörigen Halterung ein. Sollte ein **Teller sich verschentlich** bei der **Eingabe herumgedreht** haben, so stellt man den unteren Dreivegehahn am Trockner auf Durchgang zur Luftpumpe und drückt den Teller nach oben. Sollte der Teller nicht hochkommen, so müssen die beiden anderen Zündkammern abgedichtet werden, damit der Luftdruck verstärkt wird. Auf keinen Fall dürfen mehrere Teller gleichzeitig in einer Kammer sein. Man achte daher darauf, daß die Kerben an der Pinzette mit der Oberkante der Zündkammern abschließen.

Vor Beginn einer Versuchsreihe ist eine **Nacheichung des Thermometers** oder des **Thermo-Elementes** ratsam. Hierzu bringt man den Zündtiegel auf genau 200°C und stellt etwa 300 Bl. Sauerstoff/Min. ein. Ist die Temperatur konstant, so gibt man einen Tropfen Aethyläther in die mittlere Zündkammer (**Eingabekammer**) und muß dann innerhalb von 20 S. Selbstzündung erhalten. Erfolgt die Zündung z. B. erst bei 210 oder schon bei 190°C , so zeigt das Thermometer alle Werte um 10° zu hoch oder zu niedrig an, und man muß die Werte berichtigen. Bei Verwendung von Normalbenzin (Kahlbaum) als Eichsubstanz soll Selbstzündung unter den gleichen Verhältnissen bei 300°C erfolgen.

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

2. Bestimmung des Selbstzündungspunktes (Szp.).

Nachdem festgestellt ist, daß sämtliche Einzelteile des Zündwertprüfers sich in ordnungsmäßigem Zustand befinden, ~~und alle 4 Kammern je einen Vergasungsteller enthalten,~~ wird der Ofen voll eingeschaltet und auf etwa 100° unter der zu erwartenden Selbstzündungstemperatur des Stoffes erwärmt. — Benzin, Gasöle und Schmieröle etwa 200° , Benzol und Steinkohlenteeröl etwa 450° . — Nach Erreichung dieser Temperatur wird der Widerstand soweit vorgeschaltet, daß der Temperaturanstieg noch etwa 10° in der Minute beträgt. Gleichzeitig wird ein Sauerstoffstrom von etwa 300 Bl. in der Min. durch den Tiegel geleitet. Das Manometer des Druckminderventiles muß hierbei **genau 1 atü Druck** in der Leitung zum Feinstellventil anzeigen. Bei manchen Stoffen kann es jedoch vorkommen, daß durch zu geringe oder zu reichliche Sauerstoffzufuhr — d. h. durch ein zu fettes oder zu mageres Gemisch in den Zündkammern — der richtige Wert nicht gefunden wird. Man muß daher in **allen Fällen** versuchen, ob nicht durch Vermehrung oder Verminderung der Blasen Zahlen der **wahre Selbstzündungspunkt** ermittelt werden kann, d. i. der **niedrigste Temperaturgrad**, bei dem **im ausreichenden Sauerstoffstrom Selbstzündung erhalten wird**.

Die mittlere Zündkammer benutzt man stets als **Eingabekammer** und gibt mit einer **genormten** Pipette einen Tropfen des zu untersuchenden Stoffes auf den Vergasungsteller. Die Pipette soll nur die unbedingt nötige Stoffmenge aufnehmen. Sie darf daher nicht zu tief eingetaucht werden. Man hält sie in wagerechter Haltung über die Mitte der Eingabekammer, senkt die Spitze dann bis auf 1 cm über den Tiegel und läßt den Tropfen fallen. Ein zu langes Verweilen über dem Tiegel muß vermieden werden. Es ist streng darauf zu achten, daß der Tropfen nicht vorher gegen die Kammerwand prallt. Für dickflüssige Stoffe verwendet man einen **genormten** Glasstab; gegebenenfalls sind derartige Stoffe und der Glasstab ausreichend anzuwärmen. Feste Stoffe (Holz, Metalle usw.) werden in Späne zerlegt

und auf einem Vergasungsteller mit Griff in die Eingabekammer geführt. Man überzeuge sich vorher, daß kein normaler Vergasungsteller zurückgeblieben ist. (Die auf den Pinzetten angegebenen Kerben müssen mit der Oberkante der Zündkammern übereinstimmen, wenn die Pinzette auf dem Boden eines Vergasungstellers ruht.) Bei Vergleichsmessungen ist es erforderlich, die Korngröße, Siebmaschenweite usw. anzugeben. Für Holz verwende man z. B. ein Sieb mit 64 Maschen/qcm.

Bei Eintritt der ersten Selbstzündung, die meistens von einem starken Knall begleitet ist, schaltet man den Ofen aus und fährt bei fallender Temperatur mit der tropfenweisen Stoffeingabe solange fort, bis keine Selbstzündung mehr erfolgt. Mit Aufhören der Zündungen schaltet man den Ofen wieder ein und regelt den Temperaturanstieg mit dem Vorschaltwiderstand auf etwa $2-3^{\circ}\text{C}$ i. d. Min. Der Wärmegrad bei dem nunmehr die erste Selbstzündung erfolgt, ist der Selbstzündungspunkt des untersuchten Stoffes. Der erforderliche Sauerstoffstrom muß während der ganzen Dauer des Versuches dem Tiegel zugeführt werden. Für die Beobachtung der Vorgänge in den Zündungskammern dienen eine Lampe und ein Spiegel, die verstellbar angeordnet sind. Zur besseren Ablesung der Temperaturen ist die Verwendung einer Lupe zu empfehlen. Soll ein schnelles Abkühlen des Tiegels erfolgen, so löst man die Verschraubung zwischen Tiegel und Trockner, hebt den Tiegel mit der vorgesehenen Hebevorrichtung hoch und kühlt mit dem Gebläse.

Bei manchen Stoffen vergeht zwischen der Stoffeingabe und der Selbstzündung eine Wartezeit, die als Zündverzug bezeichnet wird. Sie kann z. B. bei Benzin bis zu 25 s, bei Schwefelkohlenstoff mehr als 1 Min. betragen. Daher soll die Stoffeingabe niemals zu schnell hintereinander erfolgen, auch darf nur eine Eingabe zur Zeit gemacht werden.

Der Vergasungsteller in der Eingabekammer muß nach jeder Stoffeingabe gegen einen vorgewärmten Teller aus den Seitenkammern ausgewechselt werden. Ein gutes Spülen mit Hilfe des Gebläses ist zum Entfernen der sich bildenden Abgase jedesmal erforderlich und soll durch öfteres Auf- und Abbewegen der Vergasungsteller in allen 3 Kammern mit der Pinzette unterstützt werden. Befinden sich auf dem zur Stoffeingabe verwendeten Teller Rückstände, so wird er auf das Ablegeblech gelegt, ein aus der rechten Seitenkammer entnommener, vorgewärmter Teller in die Eingabekammer der aus der linken Seitenkammer entnommene Teller

in die rechte gegeben, und die leere Seitenkammer mit einem neuen Teller beschickt. Die Pinzette muß jedesmal nach dem Herausnehmen des benutzten Tellers mit einem sauberen Lappen gut gereinigt werden, bevor man einen neuen Teller in eine Seitenkammer einsetzt. Bei Benzin usw. kann man die gleichen Teller bis zur Erkennung von Rückständen usw. benutzen. Das gegenseitige Auswechseln hat jedoch stets zu erfolgen, weil sich Abgase unter den Tellern ansammeln können.

Der **Selbstzündungspunkt** kann in vielen Fällen zur Erkennung eines Stoffes ausreichen, wie aus folgender Zusammenstellung hervorgeht:

Benzine	=	Szp. zwischen	270	und	300 ° C
Benzole	=	.	480	.	690 ° C
Erd- u. Braunkohlenöle	=	.	250	.	300 ° C
Steinkohlenteeröle	=	.	350	.	550 ° C

3. Bestimmung des unteren Zündwertes (Zu.).

Eine Anzahl verschiedenartiger wie auch gleicher Stoffe weisen einen gleich hohen Szp. auf, sodaß dessen Ermittlung allein nicht zur Erkennung der Selbstzündungseigenschaft eines Stoffes ausreicht. Es wird daher mit Hilfe des Blasen- zählers die zur Selbstzündung erforderliche geringste Sauer- stoffmenge nach Blasen- zahl i. d. Min. bestimmt. Die Düse des Blasen- zählers ist so geeicht, daß 60 Blasen einer Sauer- stoffmenge von 5 ccm entsprechen, wenn auf dem Feinstell- ventil ein Druck von 1 atü ruht. Den unteren Zündwert erhält man dann nach der Formel.

$$\text{Formel 1:} \quad Z_u = \frac{t_u}{b_u + 1} =$$

Hierin bedeutet ,tu' den Szp und ,bu' die geringste, im Frühzündungsgebiet (siehe später) zur Zündung aus- reichende Blasen- zahl, der man in Anrechnung des aus der Luft des Versuchsraumes in die offene Zündkammer drin- genden Sauerstoffes, eine Blase hinzu zählt.

Das Suchen der niedrigsten Blasen- zahl erfordert etwas Übung und Geduld sowie eine genaue Kenntnis der Tempera- turregelung mit dem Schiebewiderstand, um die Versuchs- dauer nicht unnötig zu verlängern. Hat man z. B. für ein Gasöl den Szp. bei 270 ° C gefunden, so läßt man zunächst die Temperatur etwa 10-20 ° C höher ansteigen und stellt

inzwischen eine Blasenzahl von etwa 90-96 i. d. Min. ein. Erhält man mit dieser Blasenzahl Selbstzündung, so wird mit dem Widerstand die gerade vorhandene Tiegeltemperatur festgehalten und die Blasenzahl solange um 6-12 Blasen i. d. Min. herabgesetzt, bis die Zündungen ausbleiben. Ist man z. B. von 60 auf 48 Blasen gegangen, und erhält mit der letzten Blasenzahl keine Zündung, so geht man auf vielleicht 54 Bl. Erfolgt noch keine Zündung, so erhöht man die Sauerstoffmenge auf 56-58 Bl. Wenn auch jetzt — unter ständiger Einhaltung der Temperatur — die Zündungen ausbleiben, so wird die letzte Blasenzahl (58) fest eingestellt und man geht mit der Temperatur um etwa 10° höher, wobei von Zeit zu Zeit ein Tropfen in die Zündkammer gegeben wird. Erfolgt bis etwa 30° über dem Szp. keine Zündung; so stellt man die Heizung auf niedrige Temperaturen und geht unter ständiger Tropfeneingabe, Spülung und Tellerauswechslung auf den Szp. zurück. Kommt es jedoch bei irgend einer Temperatur zur Zündung, so wird diese fest eingestellt und die Sauerstoffblasenzahl solange um jeweilig 2 Blasen i. d. Min. vermindert, bis die Zündungen aussetzen. Nun wird bei fest eingestellter letzter Blasenzahl erneut die Temperatur verändert, bis endlich durch derartige Tastversuche die niedrigste Blasenzahl im Frühzündungsgebiet ermittelt worden ist. In die Formel für die Berechnung des „Zu“ wird jedoch stets der „Szp“ als „tu“ eingesetzt.

Mit steigender Temperatur ändert sich auch der zur Zündung erforderliche Sauerstoffbedarf. Außer dem „Zu“ kann also noch eine ganze Reihe weiterer Zündwerte ermittelt werden. Trägt man diese in ein Koordinatensystem ein, so erhält man die Selbstzündungskurve nach Jentzsch. Diese beginnt mit dem „Zu“ und endet bei dem oberen Zündwert (Zo).

4. Bestimmung des oberen Zündwertes (Zo).

Der obere Zündwert (Zo) ist identisch mit der Temperatur, bei deren Erreichung Selbstzündung ohne besondere Sauerstoffzufuhr eintritt. Bei seiner Bestimmung stellt man daher die Sauerstoffzufuhr ab und schließt den unteren Dreiweghahn am Trockner. Mit der Stoffeingabe beginnt man erst bei etwa 450°C und heizt bis dahin mit voll ausgeschaltetem Widerstand. Dann vermindert man die Wärmezufuhr und gibt nun von 10° zu 10° steigender Temperatur einen Tropfen in die Eingabekammer. Nach jeder Stoffeingabe ist gute Spülung der Kammern, gegebenenfalls auch

nach Umstellung der Dreiwegehähne am Gebläse und am Trockner, Spülung der Sauerstoffkanäle auszuführen, neben dem Tellerwechsel und dem Reinigen der Pinzette.

Nach der ersten Zündung stellt man den Vorschaltwiderstand derart ein, daß ein langsamer **Temperaturabfall** stattfindet. Nach je 10° Temperaturabnahme gibt man einen Tropfen in die Eingabekammer bis die Zündungen ausbleiben. Dann schaltet man den Widerstand derart ein, daß ein **Temperaturanstieg von 3° - 5° i. d. Min.** erfolgt und gibt erneut bei je 10° d. h. z. B. bei 500° , 510° usw., solange unter ständigem Spülen und Tellerwechseln je einen Tropfen in die Eingabekammer, bis die erste Selbstzündung eintritt. Diese, auf volle 10° abgerundete Temperatur gibt den **oberen Zündwert** an, weil „bu“ in Formel 1 $\bigcirc$ wird.

$$Z_o = \frac{t_o}{1} - t_u$$

Der „ Z_o “ wird also in gleicher Weise wie der „ Szp “ bei langsam steigender Temperatur bestimmt.

5. Bestimmung des Kennzündwertes (Z_k).

Wenn auch die Bestimmung von „ Szp “, „ Z_u “ und „ Z_o “ bereits vielfach, z. B. bei der Beurteilung gleichartiger Stoffe, wertvolle Aufschlüsse über die Selbstzündungseigenschaften gibt, so kann doch nicht in allen Fällen eine einwandfreie Beurteilung erfolgen. Man ermittelt daher weiterhin den „Kennzündwert“ (Z_k), der nach Formel 2 sich aus den erstgenannten drei Werten ergibt.

$$\text{Formel 2: } Z_k = \frac{t_o - t_u}{t_o - t_u + 1}$$

Wie aus der Fachliteratur ersichtlich ist, steht der „ Z_k “ im unmittelbaren Zusammenhang mit der chemischen Konstitution der Kohlenwasserstoffe. Leichtzündende, wasserstoffreiche Kohlenwasserstoffe haben hohe Kennzündwerte, schwerzündende dagegen niedrige. Alle aromatischen Kohlenwasserstoffe haben „ Z_k “ unter 1, während die aliphatischen und naphthenischen Kohlenwasserstoffe überwiegend Werte über 1 ergeben. Eine Ausnahme von diesen Erfahrungswerten kann vorkommen, wenn die chemische Struktur eines Stoffes durch Anlagerung oder Entziehung von Wasserstoff verändert wird.

6. Aufzeichnung der Selbstzündungskurve nach Jentzsch.

Steht für die Ermittlung der Selbstzündungseigenschaften genügend Zeit zur Verfügung, so können die aus „ Szp “, „ Z_u “ und „ Z_k “ sich ergebenden Aufschlüsse in wirkungsvoller

Weise durch die Aufzeichnung der **Selbstzündungskurve nach Jentzsch** unterstützt werden.

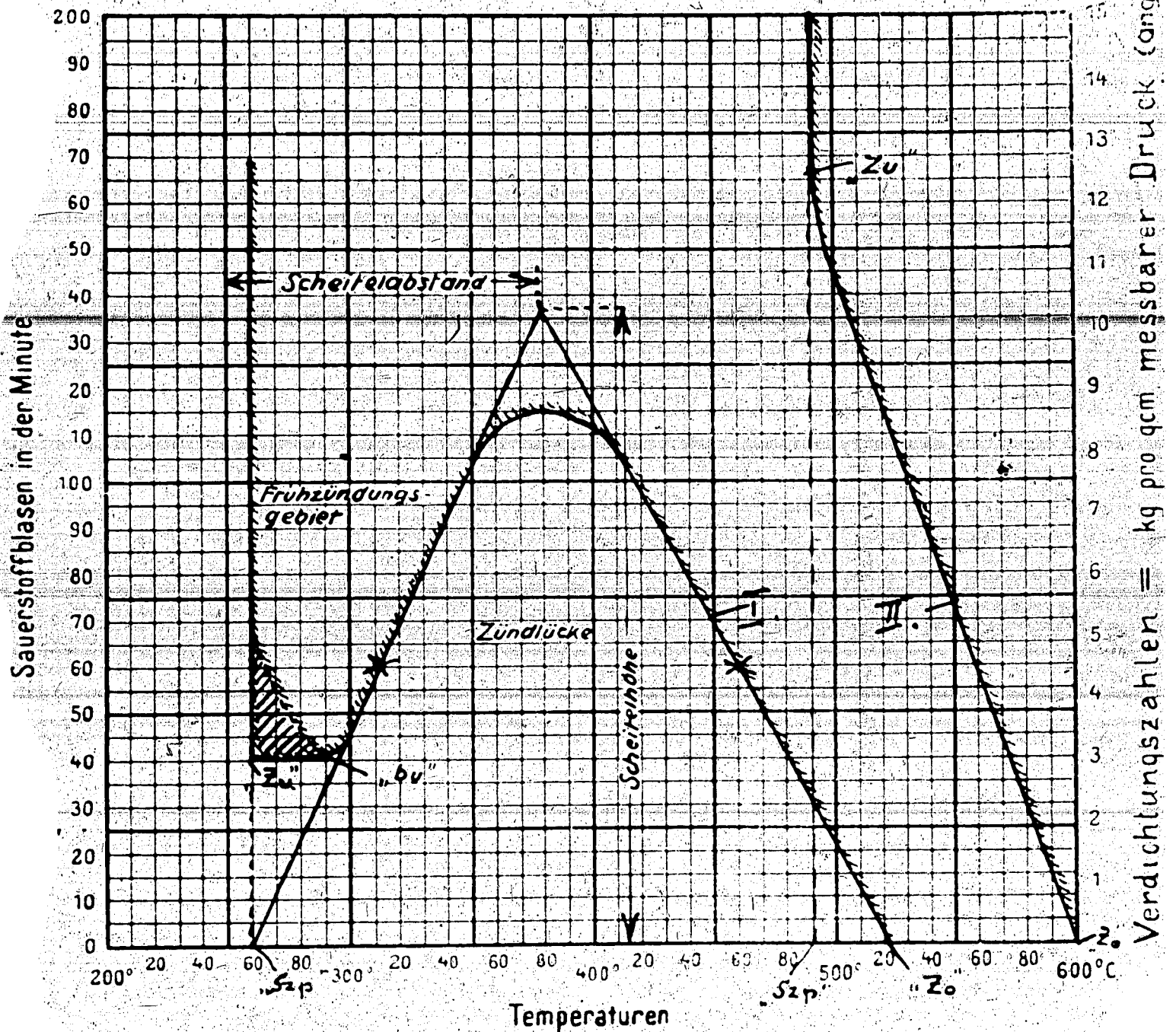
Diese wird in folgender Weise ermittelt:

Man trägt zunächst die bereits bekannten Daten in das Formular **A'** ein. Nach Auffindung des **Zo'** leitet man dann eine Blasenzahl Sauerstoff in den Tiegel, deren Höhe sich aus der Art des Stoffes ergibt. So wird man z. B. für Treiböle etwa 30-40 Bl./Min., für Heizöle etwa 60-70 Bl./Min. einstellen. Die eingestellte Blasenzahl trägt man in die hierfür bestimmte Spalte des Formulares **A'** ein und gibt einen Tropfen des Stoffes in die Eingabekammer. Erfolgt keine Zündung, so geht man auf den **Zo'** zurück und stellt nach erfolgter Zündung ~~den Ofen vollständig ab.~~ Nunmehr erfolgt die Stoffeingabe bei je **20° fallender Temperatur** bis zum Aufhören der Zündungen. Dann wird der Ofen **voll eingeschaltet** und die Blasenzahl **erhöht** bis wieder Zündung bei der Temperatur der letzten vergeblichen Stoffeingabe einsetzt. Jetzt wird unter ständigem guten Spülen und Tellerwechseln wieder von 20 zu **20° fallender Temperatur solange Stoff** eingegeben, bis es erneut zu Zündungsaussetzern kommt. Es folgen also ständig Temperatur an- und abstellen und Erhöhung der Blasenzahl, bis der Scheitel der Kurve erreicht ist. **Unbedingt erforderlich** ist jedoch, daß die Stoffeingabe **stets genau** in dem Augenblick erfolgt, wenn die Quecksilbersäule oder der Zeiger des Ablesegerätes auf dem in Frage kommenden **Teilstrich** der Skala steht, weil sonst **Fehlmessungen** unausbleiblich sind. Hieraus geht hervor, daß eine öftere **Kontrolle der Temperaturmeßgeräte** auf genaues Anzeigen notwendig ist.

Nach Ermittlung des **Kurvenscheitels**, der in der Regel bei etwa 360 bis 400° C liegt, vermindert man die Sauerstoffzufuhr in ähnlicher Weise wie vorher die Zunahme und erhält dann den abfallenden Ast der Zündungskurve. Gegebenenfalls vermindert man auch den Temperaturabfall des Heizofens durch Einschaltung des Widerstandes, und gibt von 10 zu **10° fallender Temperatur** einen Tropfen ein. Es ist dann jedoch darauf zu achten, daß zwischen den Stoffeingaben, d. h. also **zwischen der Temperaturverminderung um 10° ein Zeitraum von etwa 2 Minuten vergeht.** Die Zündungen werden in Formular **A'** durch ein + bezeichnet, bei Zwischenzündungen nach 10° Temperaturabfall trägt man das + in die obere Ecke der folgenden niedrigen Temperatur ein, Fehlzündungen erhalten ein —.

Aus dem Formular **A'** überträgt man die Werte in das Koordinatensystem des Formulares **B'**.

Selbstzündungskurve nach Jentzsch



Die Kurve I stellt den ungefähren Verlauf der Selbstzündungskurven **aliphatischer Kohlenwasserstoffe** (Benzine, Gasöle, Schmieröle, Braunkohlenteeröle usw.) dar, während **aromatische Kohlenwasserstoffe** (Benzol, Toluol, Steinkohlenteeröl usw.) sich ähnlich wie Kurve II verhalten. Für Benzine und Benzingemische wird das **Frühzündungsgebiet** auch als 'Klopfggebiet' bezeichnet. Je **größer** und **tiefliegender** das Frühzündungsgebiet eines Benzines gefunden wird, desto größer ist seine Klopfneigung. Gibt man zu einem solchen Benzin ausreichende Mengen eines Antiklopfmittels, so vergrößert sich die Blasenzahl 'bu' und das Frühzündungsgebiet wird schmaler.

Die auf der rechten Endordinate eingetragenen Verdichtungszahlen geben einen Anhalt über die Beziehungen zwischen der Zündwirkung des im Motorenzylinder eines Vergasermotors bei der Endverdichtung in der Raumeinheit angehäuften Luftsauerstoffes und der im Zündwertprüfer minutlich zugeführten Sauerstoffmenge. Bei Vergleichsversuchen mit Motoren wurde gefunden, daß 120 Bl./Min. in der Zündwirkung angenähert einem gemessenem Druck von 9 atü entsprechen. Es ist jedoch zu beachten, daß es sich um den **Verdichtungsenddruck** handelt. Angaben über das **Verdichtungsverhältnis** und den daraus errechneten Druck sind **irreführend**.

Bei der Zugabe von Antiklopfmitteln soll nur soweit gegangen werden, bis die dem wahren Verdichtungsenddruck entsprechende Blasenzahl erreicht worden ist, weil sonst Verrussen des Motors infolge Sauerstoffmangel eintreten kann. Zu beachten ist auch, daß bei guter Kühlung oder bei Motoren mit hohen Umlaufzahlen sowie bei Maschinen mit Leichtmetallkolben Brennstoffe mit niedriger liegenden Selbstzündungskurven Verwendung finden können.

Die in der Abbildung schraffiert gezeichnete Fläche des Frühzündungsgebietes entsteht durch die im Text bereits erwähnte Tatsache, daß bei manchen Kohlenwasserstoffen mit der geringsten Blasenzahl 'bu' nur bei Temperaturen, die nicht unbedeutend über dem 'Szp' liegen können, Zündung erhalten werden kann. Trotzdem bezieht man 'bu' **nicht** auf die zugehörige Temperatur, sondern für 'Zu' auf den 'Szp' und 'Zk' auf den Wert 'to-tu'. Die senkrechte Gerade der Selbstzündungskurve wird **stets** im 'Szp' errichtet.

Die als 'Jentzsch'sches Phänomen' bekannt gewordene '**Zündungslücke**' ist das Kennzeichen aller leichtentzündlichen Kohlenwasserstoffe v. aliphatischem oder naphthenischem Charakter. Mit steigendem Zusatz an Aromaten wird die Lücke kleiner, um schließlich vollständig zu verschwinden.

Bei der Aufstellung einer Selbstzündungskurve ist noch zu beachten, daß im allgemeinen die Bestimmung von 'Zu' und 'Zo', des Scheitelpunktes und von 3-4 gut verteilten Zwischenpunkten genügt. Nur bei vollständig unbekannten Stoffen wird man u. U. gezwungen sein, mehr Punkte zu wählen und damit die Versuchsdauer verlängern.

Für Dieselöle gelten naturgemäß andere Anhaltspunkte für die Beziehungen zwischen Motor und Zündwertprüfer. Es muß hier auf die Literatur verwiesen werden — z. B. Jentzsch, 'Motor, Treiböl oder Schmieröl als Schuldige bei Betriebsstörungen', Werft - Reederei - Hafen 1929, S. 221 — um den Umfang der Bedienungsvorschrift nicht zu groß

werden zu lassen. Auf Grund von Erfahrungen und Überlegungen kann geschlossen werden, daß nur noch ein kleiner Teil der bei der Höchstverdichtung im Zündraum eines Dieselmotors angehäuften Sauerstoffmenge für die Zündung und Verbrennung verfügbar ist. Man kann nach bisherigen Erfahrungen davon ausgehen, daß bei einem gemessenen Verdichtungsenddruck von 34 atü nur etwa die bei 6 atü in der Raumeinheit angehäuften Sauerstoffmenge für die Zündung und Verbrennung zur Verfügung steht. Die Zündwertmethode gibt über den Bedarf an Zündungssauerstoff Auskunft. Dieser ist wiederum abhängig von den Kühl-, Spül- und Zerstäubungseinrichtungen der in Frage kommenden Motoren sowie von deren Umlaufzahlen. Als Anhalt kann jedoch ~~genommen werden, daß der Sauerstoffbedarf für Zündung~~ und Verbrennung gleich groß ist. Unter dieser Voraussetzung erhalten die im Formular 'B' eingetragenen Verdichtungs- zahlen auch wieder für Dieselöle Gültigkeit, denn im vor- stehend erwähnten Beispiel würde ein Brennstoff gewählt werden müssen, dessen Bedarf an Zündungssauerstoff im Zündwertprüfer der einem Zünddruck von 3 atü ent- sprechenden Blasenzahl - 40 i. d. Min. - gleich kommt. Diese Zahl ist gegebenenfalls mit Rücksicht auf die vorstehend erwähnten besonderen Verhältnisse zu berichtigen. Die für einen bestimmten Motor in Anrechnung zu bringenden **Berichtigungsfaktoren** sind durch Vergleichsversuche mit verschiedenen Brennstoffen leicht zu finden.

Hat ein Brennstoff sich für einen bestimmten Motor als gut geeignet herausgestellt, so empfiehlt es sich, dessen Selbst- zündungskurve aufzuzeichnen und in das Maschinentagebuch usw. zu verzeichnen. Kommt es bei Verwendung eines Brennstoffes mit ähnlicher Selbstzündungskurve und ohne sonstige störende Eigenschaften wie z. B. zu langer Zünd- verzug, starke Rückstandsbildung, sehr schlechte Siedeeigen- schaften usw. zu Betriebsstörungen, so liegt die Ursache entweder an dem verwendeten Schmieröl, oder auf Seiten des Motors.

7. Aufzeichnung des Zündungsdreiecks nach Jentzsch.

Steht für die Untersuchung eines Brennstoffes nur eine beschränkte Zeit zur Verfügung, so genügt es in vielen Fällen anstatt der Selbstzündungskurve das **Zündungsdreieck nach Jentzsch** aufzuzeichnen und dessen Scheitelhöhe von der Nullabszisse, dessen Scheitelabstand von einer bei 250° errich- teten Geraden zu ermitteln. Hierzu stellt man nach Ermitt- lung von 'Zu' und 'Zo' nur eine **bestimmte Blasenzahl** ein und geht mit dieser unter Stoffeingabe bei je 20° Tempera- turabfall durch die Zündungslücke. Für Dieselöle hat sich erfahrungsgemäß eine Sauerstoffmenge von 60 Bl./Min. als

geeignet zur angenäherten Erkennung der im Zündungsdreieck zum Ausdruck kommenden chemischen Konstitution und der von ihr abhängigen Zündungseigenschaften bewiesen. Erhält man jedoch mit dieser Blasenzahl stets Zündungen, so verringert man die Sauerstoffzufuhr auf 54 oder 48 Bl./Min. Auf die Notwendigkeit guter Spülung und ständigen Tellerwechsels wird auch hierbei hingewiesen.

Zur Aufzeichnung des Zündungsdreiecks verwendet man nicht das Formular 'B', sondern Millimeterpapier und trägt auf der Ordinate 20 Bl./Min. 10 mm auf der Abscisse 40°C 10 mm ein. Erhält man nun z. B. mit 60 Bl./Min. die Zündungslücke begrenzt durch 420° und 380°C , so verbindet man den 'Zo' mit dem Schnittpunkt 60/420, den 'Szp' mit dem Schnittpunkt 60/380 und findet dann die Scheitelhöhe 70. Je niedriger der Scheitel und je geringer der seitliche Abstand, desto besser die Zündungseigenschaften. Sehr gute Dieselöle weisen Scheitelhöhen von 60 und weniger, sowie seitliche Abstände von 120 und weniger auf.

8. Zündverzug oder Wartezeit ('w').

Es hat sich gezeigt, daß manche Treiböle trotz niedriger Selbstzündungstemperaturen und geringen Bedarfs an Zündungssauerstoff schlechte motorische Eigenschaften aufweisen, weil der Zündverzug, d. i. die Wartezeit zwischen dem Einspritzzeitpunkt und der erfolgenden Selbstzündung, zu groß ist. Andererseits können klopfende Benzine durch den Zusatz von z. B. Alkohol kloppfest gemacht werden, weil nach der Zugabe derartiger Stoffe der Zündverzug bedeutend erhöht wird und die Zündung ähnlich wie bei motorisch eingestellter Spätzündung verläuft.

Zur Ermittlung des Zündverzuges von Treib-, Heiz- und Schmierölen mit einem 'Szp' unter 300°C wird die Tiegeltemperatur auf genau 300°C eingestellt und ein Sauerstoffstrom von 120 Bl./Min. zugeführt. Bei Benzenen und Benzingemischen stellt man die Temperatur auf genau 320° ein. Das genaue Einhalten der angegebenen Temperaturen ist ständig zu überwachen, die verwendeten Thermometer usw. sind gegebenenfalls nachzueichen. Erfolgen bei den angegebenen Werten keine Zündungen, so erhöht man zunächst die Blasenzahl auf 180, 240 usw. Führt diese Maßnahme nicht zum Ziele, so geht man mit der Temperatur höher. Es ist daher bei Angaben über den Zündverzug stets anzugeben, bei welcher Temperatur und welcher minütlichen Blasenzahl die angegebenen Werte gefunden wurden.

Hat man eine Temperatur und die zugehörige Blasenzahl fest eingestellt, so gibt man den Stoff in die Eingabekammer und rückt mit dem Ablösen des Tropfens von der

Pipette eine Stoppuhr ein. je nach der Art des Stoffes erfolgt nun nach 1 bis 30 Sekunden die Zündung, bei der die Stoppuhr ausgerückt wird. Die Werte werden auf $\frac{2}{10}$ s genau angegeben. Aus je 3 Versuchen gewinnt man den Mittelwert. Offenbare Fehlwerte könnten auf ungenaues Einhalten der Temperatur oder auf schlechte Spülung zurückgeführt werden.

Gute Dieselöle hatten bei 300°/120 Bl. einen $w' = 1-3$ s.

Naturbenzine hatten bei 320°/120 Bl. einen $w' = 3$ s.

9. Bestimmung der Siedezahl (Sz') und der Zeit-Siedekurve nach Jentzsch.

Es ist bekannt, daß die motorische Verwendbarkeit von Brennstoffen durch deren Siedeeigenschaften beeinflußt werden kann. Das von Jentzsch eingeführte Verfahren zur Bestimmung der Zeitsiedekurve gestattet nunmehr, mit Hilfe des Zündwertprüfers in einfacher und schneller Weise Auskunft über das Siedeverhalten eines Brennstoffes zu erhalten. Man stellt zu diesem Zweck bei Benzin, Benzol usw. die Tiegeltemperatur auf genau 300° C ein, entfernt die Vergasungsteller aus den Zündkammern — nicht aus der Thermometerkammer — und setzt die vorgesehenen Halteringe für die Meßgläser in die Zündkammern. Der Sauerstoff wird abgestellt.

Nunmehr füllt man 4 Meßgläser mit je genau 3 ccm Stoff und läßt sie der Reihe nach 0.5, 1, 1.5 und 2 Min. bei ständiger Einhaltung von 300° C — gegebenenfalls nachheizen — im Tiegel. Bei schwersiedenden Stoffen ist die Zeit entsprechend zu verlängern. Die einzelnen Zeiten müssen genau eingehalten werden. Unmittelbar vor ihrem Ablauf setzt man die Holzklammer um das Meßglas, und mit dem Durchgang des Uhrzeigers durch die betreffende Minutenzahl hebt man das Glas heraus. Nach Abkühlung des im Glase verbliebenen Stoffes auf Zimmertemperatur bestimmt man die verdampfte Menge in Prozenten. Die erhaltenen Werte werden in ein Koordinatensystem eingetragen, in dem die Siedezahlen auf der Abscisse in %, und die Zeit in Min. auf der Ordinate angegeben sind.

In den meisten Fällen genügt bereits die Bestimmung der Siedezahl nach Jentzsch (Sz) bei der nur die nach 1½ Min. bei 300° verdampfte Stoffmenge aus drei Versuchen ermittelt wird.

Beispiel: Benzin im Mittel verdampft 1.8 cm³

3 cm³ = 100%

1.8 cm³ = 1.8×100

3

Sz = 60

Für Gasöl, Heizöl und Schmieröl bestimmt man die Siedezahl (Sz) bei 500° nach 4 Min. und die Zeitsiedekurve' gleichfalls bei 500° nach 1.5, 2, 3, 4 usw. Min.

Genau es Einhalten der Temperatur ist auch hier unbedingt erforderlich, um Fehlmessungen zu vermeiden. Wasserhaltige Stoffe machen sich in bekannter Weise durch Stoßen und Ueberkochen bemerkbar. Man entfernt das Wasser durch vorheriges Ausschütteln mit Chlorkalzium und gibt unter U. kleine Glasröhrchen in die Meßgläser.

Je niedriger die Siedezahl, desto schlechter sind die motorischen Eigenschaften der Brennstoffe, weil nur der in Gasform vorliegende Stoff entzündet werden kann.

10. Bestimmung der Verdampfungsdauer in dünner Schicht (V).

Die aus der Bestimmung der Zeitsiedekurven und der Siedezahlen für Dieselöle usw. gewonnenen Erkenntnisse werden ergänzt durch die bei der Ermittlung der Verdampfungsdauer nach Jentzsch (V) erhaltenen Werte. Nach Bestimmung der Siedezahl wiegt man 0.2 g Stoff in einem der vorgesehenen Stahlbecher und gibt diesen bei genau 500° C unter Einschaltung der Stoppuhr in die Eingabekammer des Tiegels. Erstmalig nach 10 s und dann jede weiteren 5 s bläst man mit der Luftpumpe einen schwachen, kurzdauernden Luftstrom über die Zündkammer und beobachtet das Aufsteigen von Oeldämpfen. Hat man z. B. 35 s nach der Eingabe noch Dämpfe herausgeblasen, nach 40 s jedoch nicht mehr, so ist die Verdampfungsdauer in dünner Schicht ,V' 40 s.

Steht an Bord von Schiffen usw. keine geeignete Waage zur Verfügung, so gibt man genau 12 Tropfen des zu prüfenden Stoffes in die Becher und erhält dann angenäherte Vergleichswerte. Gute Dieselöle haben ,V' 30 s. Gute Schmieröle ,V' 80 s. Für schnelllaufende und kurzhubige Motoren sind Brennstoffe mit langen Verdampfungszeiten ungeeignet.

11. Bestimmung des Rückstandes (Oelkoks) nach Jentzsch (,R 500').

Erfahrungsgemäß ist die motorische Verwendbarkeit von Treibölen und Schmierölen in außerordentlichem Maße abhängig von ihrer Neigung zur Bildung von Rückständen. Die Prüfung hierauf lässt sich in einfacher und schneller Weise durch die von Jentzsch angegebene Methode der Rückstandsbestimmung im Zündwertprüfer durchführen. Man läßt zu diesem Zweck die zur Ermittlung der Verdampfungs-

dauer bei 500° C in den Tiegel gegebene Stoffmenge bis zum vollständigen Aufhören der Dampfbildung, mindestens jedoch 2 Min. in der Eingabekammer und bestimmt nach der Abkühlung auf Zimmertemperatur die Rückstandsmenge durch Rückwägung nach Gewichtsprozenten.

Beispiel: Gewicht des leeren Bechers	6,000 g	
Einwaage	0,200 g	
Gewicht d. Bechers m. Rückst.	6,042 g	
Rückstandsmenge	$0,042 \text{ g} \times 100$	21%
	0,2	

Die Becher werden mit dem Kratzer über einem Stück weißen Papier gereinigt, und festgestellt, ob der Rückstand sandig, koksartig, asphaltartig usw. ist.

Steht keine geeignete Waage zur Verfügung, so gibt man 12 Tropfen des zu untersuchenden Stoffes in einen Becher und beurteilt den verbleibenden Rückstand nach 'Spuren', 'geringe Mengen' usw. oder nach Skalenwerten mit dem Gerät für Rückstandsmessungen.

12. Bestimmung des Filtervermögens (R 350').

Als 'Filtervermögen' bezeichnet man die Neigung flüssiger Brennstoffe zu Filterverschmutzungen und ähnlichen Betriebsstörungen. Durch vergleichende Versuche wurde gefunden, daß zwischen dieser Neigung und den im Zündwertprüfer bei 350° gefundenen Rückstandsmengen — daher 'R 350' — Beziehungen bestehen. Ablagerungsfreie Treib- und Heizöle verdampfen bei 350° in dünner Schicht vollständig und ohne Hinterlassung von Rückständen. Mit zunehmendem Anfall von festen Rückständen verschlechtert sich das Filtervermögen und es treten im Betriebe Störungen an Filtern, Separatoren u. ä. auf, deren Umfang der im Zündwertprüfer gefundenen Rückstandsmenge entspricht.

Bei der Feststellung des Filtervermögens geht man in gleicher Weise wie bei der Bestimmung der Neigung zur Bildung von Oelkoks (R 500) vor, erhitzt den Tiegel jedoch nur auf 350° und läßt die Probe — 0.2 g oder 12 Tropfen — für die Dauer von 5 Min. in der Eingabekammer. Die Beurteilung erfolgt wie beim Oelkoks.

13. Vergleichszahl für Benzine - Zündwert-Oktanzahl (Vz).

Nach amerikanischem Vorbild ist man auch in Deutschland dazu übergegangen, die Brennstoffe nach ihrem Verhalten in bestimmten Prüfstandsmotoren zu beurteilen. In letzter Zeit wird versucht, für Leichtkraftstoffe den vom amerikanischen 'Comittee of Fuel Research' herausgebrachten 'CFR-Motor', und die CFR-Methode der 'Oktanzahl'-Bestimmung (richtiger 'Isooktanzahl') allgemein einzuführen. Hierbei wird im CFR-Motor festgestellt, welche Mengen

schwerentzündlichen Isooktans mit leichtentzündlichem Heptan gemischt werden müssen, um die gleiche Klopfestigkeit wie sie der zu prüfende Kraftstoff aufwies zu erhalten. Klopfende Brennstoffe haben Oktanzahlen von 30-60, sehr klopf-feste solche von 80-90.

Durch die Vermischung von Isooktan mit Heptan ändern sich auch die im Zündwertprüfer feststellbaren Zündungseigenschaften des Heptans. Mit Hilfe eines von Jentzsch aufgestellten Nomogramms können in einfacher Weise nach den gefundenen Selbstzündungspunkten, Zündverzügen und Kennzündwerten 'Vergleichszahlen' (Vz) ermittelt werden, die in guter Uebereinstimmung mit der Klopfestigkeit der Benzine stehen, und den im Motor bestimmten Oktanzahlen entsprechen, sie werden daher auch als 'Zündwert-Oktanzahlen' bezeichnet.

Das Vorliegen alkoholhaltiger Kraftstoffe kann entweder in bekannter Weise durch Ausschüttelung mit Wasser erkannt werden, oder einfacher noch dadurch, daß man einen Tintenstift mit dem Brennstoff in Berührung bringt. Alkoholhaltige Brennstoffe vermögen den Farbstoff des Tintenstiftes zu lösen, alkoholfreie dagegen nicht.

14. Zündwert-Cetenzahl (Vergleichszahl).

Bei der motorischen Prüfung von Kraftstoffen für Dieselöle in Prüfstandsmotoren verwendet man Mischungen des leichtentzündlichen Cetens mit dem schwerer entzündlichen Mesitylen und bestimmt die motorische Eignung eines Dieselöles nach den prozentualen Anteilen Ceten die man Mesitylen zusetzen muß, um gleiches motorisches Verhalten im Prüfstandsmotor zu erzielen. Die motorischen Versuche sind stets nur von kurzer Dauer und geben daher keinen Aufschluß über das Verhalten der Kraftstoffe im Dauerbetrieb. Weiterhin kann das Verfahren der Cetenzahl-Bestimmung in gleicher Weise wie das der Oktanzahl-Bestimmung keine Aufklärung darüber geben, aus welchen Gründen ein bestimmter Kraftstoff für einen bestimmten Motor geeignet oder nicht geeignet ist.

Mit Hilfe eines von Jentzsch aufgestellten Nomogramms können in einfacher Weise nach den gefundenen Siedezahlen, Selbstzündungspunkten und Kennzündwerten 'Vergleichszahlen' (Vz) ermittelt werden, die in guter Uebereinstimmung mit dem motorischen Verhalten von Dieselölen stehen. Diese Vergleichszahlen eignen sich auch zur Beurteilung von Heizölen. Öle mit guten Zündungs- und Verdampfungseigenschaften haben Vergleichszahlen über 50. Für Steinkohlen-

teeröle, die in Motoren mit Katalysatoren verwendet werden, gilt als ‚Szp‘ der bei Anwesenheit des gleichen Katalysators im Zündwertprüfer gefundene ‚Szp‘.

15. Schnellmethode für die Prüfung v. Treib- u. Heizölen.

An Bord von Schiffen im Auslandsverkehr kann es vorkommen, daß beim Anlaufen eines Hafens in sehr kurzer Zeit aus einer Reihe angebotener Treib- und Heizöle die am besten geeigneten Oele ausgewählt werden sollen. Man bezeichnet die einzelnen Proben mit Nummern und prüft dann nach folgenden Gesichtspunkten: An brauchbare Treiböle aus Erdölen können folgende Forderungen gestellt werden. 1. ‚Szp‘ 250 u. 280°C; 2. ‚Zu‘ 10 bis 6 — abhängig von der Drehzahl —; 3. ‚w‘ — bis 4 s; 4. ‚R‘ bei 350° — Spuren; 5. ‚R‘ bei 500° — Spuren; 6. ‚v‘ bei 500° — bis 60 s; 7. ‚Sz‘ nach 4 Minuten bei 500° — nicht unter 33, d. h. es muß mindestens 1 ccm verdampft sein.

Alle Treiböle die diesen Mindestforderungen genügen, erhalten in einer anzufertigenden Tabelle ein +, alle anderen ein —, wie aus dem nachstehenden Beispiel hervorgeht.

Formular C.

	Bezeichnung der Oele								Bemerkungen
	1	2	3	4	5	6	7	8	
‚Szp‘	+	+	+	—	+	—	—	—	führt zu Spätzündungen
‚Zu‘	—	—	—	—	—	—	+	—	führt zu Verrussen, Zünd.-Aussetz., Schwarzqu., Stillst.
‚w‘	—	—	—	—	—	—	—	—	führt zu Spätz., hohen Auspufftemper., Weißqualmen
‚R‘ (350)	—	—	+	+	—	—	—	—	führt zu Filterverschmutzungen
‚R‘ (500)	—	+	—	+	—	—	—	—	führt zur Oelkoksbildung, Ventilstör., Düsenverstopf.
‚v‘	—	—	+	—	—	—	—	—	führt zu Spätzünd., Weißqu., hohem Brennstoffverbrauch
‚Sz‘	—	+	—	—	—	—	—	—	führt zu Spätzünd., Weißqu., hohem Brennstoffverbrauch

Das Treiböl Nr. 2 besitzt somit die besten Zündungs- und Verdampfungseigenschaften und würde, falls seine anderen Eigenschaften und sein Preis den gestellten Bedingungen entsprechen, einen einwandfreien Betrieb gewährleisten. Die Höhe des unteren Zündwertes (‚Zu‘) richtet sich nach dem Motor und seinen besonderen Verhältnissen, es handelt sich also um einen Erfahrungswert; Treiböle, die dieser Forderung nicht entsprechen, sind zurückzuweisen. Bei Ausführung der Schnellmethode hält man die in der Tabelle gewählte Reihenfolge ein: 1. Man stellt die Tiegel-

temperatur auf genau 280° fest ein und gibt der Reihe nach von allen zu prüfenden Oelen einen Tropfen in die Eingabekammer bei einer Blasenzahl von 300 i. d. Min. Erfolgt keine Zündung, so wiederholt man den Versuch bevor man ihn in die Tabelle einträgt. 2. Nun wird bei der gleichen Temperatur von 280° eine Blasenzahl entsprechend dem geforderten unteren Zündwert — also 30, 40 usw. — eingestellt und die Prüfung wiederholt. Hat in der Versuchsreihe ein Oel dreimal nicht gezündet, so stellt man genau 290° C ein und versucht nun mit der eingestellten Blasenzahl Zündung zu erhalten. Kommt es erneut zu Versagern, so stellt man genau 300° ein, um den letzten Versuch zu machen. Erst wenn jetzt gleichfalls keine Zündungen erfolgen, trägt man in die entsprechende Spalte unter „Zu“ ein — ein. 3. Dann wird die Tiegeltemperatur auf genau 300° fest eingestellt und mit 120 Bl./Min. der Zündverzug (w') festgestellt. 4. Inzwischen sind von einem Gehilfen je 12 Tropfen eines jeden Oeles in die mit Nummern zu versehenen Becher gegeben. Nach Abstellen des Sauerstoffes und Erreichung einer Temperatur von 350° werden die Becher der Reihe nach 5 Min. lang in den Tiegel gegeben — bis zu 3 Becher gleichzeitig — und die Neigung zu Filterverschmutzung nach der Menge des innerhalb der 5 Min. nicht verdampfenden festen Rückstandes ermittelt. 5. Nunmehr stellt man zur Bestimmung des Verkokungsrückstandes (R 500) eine Tiegeltemperatur von 500° fest ein und gibt erneut die vorher metallrein gesäuberten Becher mit je 12 Tropfen Oel für die Dauer von 2 Min. — ohne Sauerstoffzufuhr — in den Tiegel. 6. Während der Rückstandsbestimmung wird gleichzeitig die Verdampfungsdauer (v') des Oeles in dünner Schicht festgestellt. 7. Von dem Gehilfen sind inzwischen die vorgesehenen Meßgläser zur Ermittlung der Siedezahl (Sz') mit je genau 3 ccm der Oele gefüllt. Bis zu 3 Gläser werden dann gleichzeitig für die Dauer von 4 Min. der Temperatur von 500° ausgesetzt.

Wenn die Verhältnisse es gestatten soll die Schnellmethode von 3 Personen ausgeführt werden. Von diesen führt eine die Untersuchungen durch, während eine ausschließlich die genaue Einhaltung der verschiedenen Temperaturen und Sauerstoffblasenzahlen zu überwachen hat und die Versuchsergebnisse in die vorbereitete Liste (Formular C) einträgt. Die dritte Person sorgt für reine Vergasungsteller, füllt die Becher und Meßgläser mit den Stoffen und leistet sonst Hilfe. Es ist darauf zu achten, daß bei der Rückstandsbestimmung und bei der Ermittlung der Siedezahlen kein Sauerstoff angestellt und kein Vergasungsteller in den Zündkammern belassen wird.

Für Heizöle können die zu stellenden Anforderungen entsprechend ermäßigt werden. Bei der subjektiven Beurteilung der Rückstandsmengen bedient man sich zweckmäßig des hierfür von Jentzsch angegebenen 'Gerätes für Rückstandsbestimmungen', das einwandfreie Angaben auch ohne Wägung gestattet. Die Lieferung erfolgt auf Anforderung.

16. Flammpunkt nach Jentzsch (fp).

Zur Bestimmung des Flammpunktes nach Jentzsch wird der Dreiflambrenner mit seinem Gelenk am Ofen des Zündwertprüfers befestigt und mit der Gasleitung oder dem Gasentwickler verbunden. Die beiden seitlichen Brenner sollen mit der Oberfläche des Zündtiegels abschneiden und genau über Mitte der seitlichen Zündkammern eingestellt werden. Das mittlere Sicherheitsflämmchen wird bis zum Anschlag zur Seite gedreht. Die Flämmchen sollen höchstens Erbsengröße aufweisen. Das mit einem Metallring versehene Flammpunktsthermometer wird nicht auf den Boden der Thermometerkammer gesetzt, sondern kommt in die vorgesehene Metallhülse, die mit dickflüssigem Oel so weit zu füllen ist, daß die Quecksilberkugel von Oel umgeben ist. Der Abstand zwischen der Kugel und dem Boden der Führungshülse soll genau 3 mm betragen. In jede der seitlichen Zündkammern kommt eins der vorgesehenen cylindrischen Zwischenstücke, damit die zur Stoffaufnahme dienenden Becher mit der Oberfläche des Zündtiegels abschneiden.

Nachdem die Heizung eingeschaltet ist, und das Oel in der Thermometerhülse die voraussichtliche Flammpunkttemperatur des zu prüfenden Stoffes ungefähr erreicht hat, füllt man einen Becher bis zur unteren Marke mit dem Stoff, muß jedoch streng darauf achten, daß die freien Flächen des Bechers nicht von Oel benetzt werden. Den Becher setzt man in eine Seitenkammer auf das Zwischenstück, rückt eine Stoppuhr ein und beginnt nach einer Min. damit, die Gasflamme von Zeit zu Zeit 1-2 s lang über den Becher zu führen. Erfolgt nach 3 Min. keine Entzündung der Oeldämpfe, die sich durch das kurze Auftreten einer bläulichen Flamme und einen leichten Knall kenntlich macht, so liegt der Flammpunkt höher und man geht mit einem Temperaturanstieg von etwa 3° i. d. Min. unter ständigem Erneuern des Stoffes und Auswechseln der Becher bis an den Temperaturgrad, bei dessen Eintritt das Aufleuchten der bläulichen Flamme über der ganzen Oberfläche beobachtet wird, und der Flammpunkt somit gefunden ist, der in guter Uebereinstimmung mit dem im Pensky-Martens Gerät gefundenen steht. Will man den Flammpunkt nach Schlüter oder Marcusson, oder nach dem DVM-Gerät kennen lernen, so setzt man den Stoff bereits

beim Anheizen in den Zündtiegel, damit in gleicher Weise wie bei diesen Geräten die leicht entflammbaren Dämpfe entweichen können. Der Stoff wird dann nicht erneuert.

Kurz vor der Flammpunkttemperatur beginnt die Gasflamme oft größer zu werden und kommt manchmal zum Erlöschen. Man verwendet dann das Sicherheitsflämmchen zum Wiederentzünden. Dieses Größerwerden der Zündflamme führt oft zu Verwechslungen mit dem wahren Flammpunkt, bei dem, wie bereits gesagt, die Entzündung der Dämpfe sich über die gesamte Oberfläche ausbreitet und in den meisten Fällen ein leichter Knall wahrnehmbar wird.

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

Für Reihenuntersuchungen von Oelen und Brennstoffen, von denen ein bestimmter Flammpunkt verlangt wird, heizt man den Tiegel bis auf diese Temperatur und stellt sie fest ein. Wenn ein Oel nach 3 Min. Verweilzeit im Tiegel noch nicht aufflammt, so entspricht es den Bedingungen.

17. Brennpunkt nach Jentzsch (bp).

Als ‚Brennpunkt‘ eines Oeles bezeichnet man den Temperaturgrad, bei dessen Eintritt sich die Oeldämpfe anzünden lassen und mit ruhiger Flamme weiterbrennen. Bei seiner Bestimmung im Zündwertprüfer nach Jentzsch füllt man den für die Auffindung des Flammpunktes benutzten Becher bis zur oberen Marke mit dem Oel nach, und erwärmt den Stoff, ohne Wechsel des Becherinhaltes, in gleicher Weise wie bei der Flammpunktsbestimmung bei einem Temperaturanstieg von etwa 3° i. d. Min., bis das Aufflammen der Dämpfe in ein ruhiges Brennen übergeht.

Bei der Flammpunkts- und Brennpunktsbestimmung muß Zugluft dringend vermieden werden. Es empfiehlt sich die Anwendung eines Schutzschildes. Ein zu häufiges oder zu langes Berühren der Oeloberfläche mit der Zündflamme kann infolge Ueberhitzung des Oeles zu Fehlmessungen führen und ist zu vermeiden.

18. Bestimmung von Wasser in Oelen.

Das Vorhandensein geringster Mengen Wasser in Oelen läßt sich im Zündwertprüfer durch Auftreten kleiner Luftbläschen an der Oeloberfläche in den zur Flammpunktsbestimmung verwendeten Bechern feststellen. Die Bläschen treten bereits bei Temperaturen um 80° C herum auf.

Enthält ein Oel größere Wassermengen, so kann durch die starke Dampfentwicklung die Oeloberfläche sich bis an die Oberkante des Bechers heben. Man zerteilt die Oelbläschen durch fortwährendes ganz kurzes Berühren mit der Zündflamme und kann dann auch von derartigen Oelen den Flammpunkt feststellen. Gegebenenfalls entferne man das Wasser durch Ausschüttelung mit Chlorkalzium.

19. Prüfung des Ursprungs von Rückständen.

Zur Feststellung des Ursprungs etwaiger Rückstände in Zylindern, Auspuffleitungen usw. sowie zur Ermittlung von Explosionsursachen usw., bei denen nur wenige Tropfen Oel zur Verfügung stehen, verwendet man die von Jentzsch angegebene Methode der Sauerstoffstöße auf erhitztes Oel. J. entdeckte, daß bei stoßweiser Zufuhr von Sauerstoff auf einen etwas über den Szp. erwärmten Oeltropfen sich charakteristische Unterschiede zwischen Treib- und Schmierölen ergeben. Treiböle können etwa 3 mal zur Zündung gebracht werden, während bei Schmierölen bis zu 50 Zündungen eines Tropfens beobachtet werden konnten. Hat man z. B. auf einem Kolbenboden ungewöhnliche Mengen Rückstände gefunden, so werden diese sorgfältig gesammelt mit einer reichlichen Menge Benzol einige Stunden in ein Gefäß gegeben und wiederholt kräftig geschüttelt. Dann überläßt man das Gefäß längere Zeit der Ruhe, damit die ungelösten Bestandteile der Rückstände sich am Boden ablagern können und gießt das Oel und feinste Kohleteilchen enthaltende Benzol in eine flache Schale. Diese wird in einem auf 100° C erwärmten Trockenschrank oder auf eine Heizplatte usw. mit gleicher Temperatur gestellt, damit das leicht flüchtige Benzol abdampfen kann. Die Nähe offenen Feuers ist zu vermeiden, weil Benzoldämpfe stark feuerfangend sind. Ist ein Benzolgeruch nicht mehr oder nur noch schwach wahrnehmbar, so befindet sich in der Schale je nach dem Oelgehalt der Rückstände und der Verschmutzung durch Ruß oder Oelkohle mehr oder weniger reines Oel. Zur Ablösung der oft nur sehr geringen Oelmengen vom Schalenboden erwärmt man die Schale gut handwarm und nimmt das Oel mit einem erwärmten Glasstab oder einer erwärmten Pipette auf um es tropfenweise in die auf 280-300° C gebrachte mittlere Zündkammer zu bringen. Vorher ist das Vorgelege des Feinstellventils vom großen Zahnrad gelöst und nach rechts verschoben worden. Das Feinstellventil muß leichtgängig eingestellt und vollständig geschlossen sein.

5 Sekunden nach Eingabe des Tropfens auf den Vergasungsteller gibt man durch ruckweises Öffnen des Feinstellventils in gleichmäßigen Abständen starke Sauerstoffstöße

in den Zündtiegel und stellt die Zahl der nach den Stößen einsetzenden Zündungen genau fest. Die Temperatur wird stets auf gleicher Höhe gehalten. Mit dem Geben von Sauerstoffstößen fährt man auch dann fort, wenn es zu einigen Zündungsaussetzern kommt. Falls genügend Stoff vorhanden ist, wiederholt man den Versuch und nimmt aus 3 Versuchen das Mittel. Erfolgen bei der Erwärmung auf etwa 300° C überhaupt keine Zündungen, trotzdem anscheinend Oel aus den Rückständen gelöst werden konnte, so kann auf das Vorhandensein von Steinkohlenteerölprodukten geschlossen werden. Man erhöht dann die Temperatur so lange, bis Zündungen erfolgen.

Die Beurteilung des Ursprungs der Rückstände erfolgt nach der erreichten Zündungszahl. Reines Treiböl gibt in der Regel nur bis zu 3 Zündungen, reines Schmieröl kann je nach der Art 12 bis 50 Zündungen eines Tropfens ergeben. Stellt man etwa 9-12 Zündungen fest, so kann auf Treiböl mit starker Beimischung von Schmieröl geschlossen werden.

Bei Wiederholungen der Versuche ist stets ein neuer Vergasungsteller zu verwenden.

20. Prüfung von Isolierstoffen und Packungsmaterial.

Soll nur der Einfluß von Wärmewirkung auf ein Material festgestellt werden, z. B. für Isolierstoffe und Dichtungs- oder Packungsmaterialien, so wird der Stoff in abgewogener Menge in einen der vorhandenen Becher gegeben und dann jeweils für 15 Minuten Temperaturen von 120, 350 und 500° C ausgesetzt, während gleichzeitig ein Sauerstoffstrom von 300 Bl./Min. in den Tiegel geleitet wird. Die Wägung der Probe nach dem ersten Versuch gibt Auskunft über den Feuchtigkeitsgehalt, nach dem 2. Versuch (350°) über den Gummi-gehalt und nach dem 3. Versuch (500°) über den Gehalt an sonstigen brennbaren Bestandteilen. Bei Asbestpackungen soll nach der Erhitzung auf 500° im Sauerstoffstrom die Faser erkennbar sein, die auch beim Verreiben ihre Struktur behält. Füllstoffe zerfallen beim Verreiben zu Staub.

21. Prüfung von feuerhemmenden Anstrichen.

Die Zündwertprüfung feuerhemmender Anstriche oder als feuerhemmend bezeichneter Materialien wird in folgender Weise ausgeführt:

Nach beendeter Trocknung, d. i. bei wässrigen Lösungen etwa 8 Tage nach dem letzten Anstrich, entnimmt man den zu schützenden Flächen mit geeigneten Bohrern von 25-30 mm Durchmesser Materialproben, die einzeln gesammelt und nummeriert werden. Die Bohrer sollen etwa 4-5 mm tief eindringen, falls nicht aus besonderen Gründen nur die

Oberfläche oder nur größere Tiefen untersucht werden sollen. Der Abstand der einzelnen Bohrungen voneinander richtet sich nach der Größe der behandelten Fläche und den besonderen Verhältnissen des Raumes oder Gebäudes usw. Von sämtlichen Ecken, Stößen oder sonstigen, schwer zugänglichen Stellen sind besondere Proben zu entnehmen, weil hier erfahrungsgemäß das Auftragen der Schutzmittel erschwert ist.

Die entnommenen Proben werden einzeln durch ein Sieb von 64 Maschen qcm geschüttelt; erforderlichenfalls sind sie vorher zu zerkleinern. Inzwischen ist der Zündwertprüfer auf genau 600° Dauertemperatur einzustellen. Die durchgeseibte und gut durchgeschüttelte Probe wird dann in einen Vergasungsteller mit Griff gefüllt und unter Einrückung einer Stoppuhr in die Zündkammer eingesetzt. Während des Versuches ist kein Sauerstoff angestellt. Nach einer Minute wird die Probe aus der Zündkammer genommen und sofort auf ein reines Blech gestreut. Zeigt sich hierbei ein Aufglühen, oder kann aus der Beschaffenheit des Rückstandes weiße Farbe, geringes Gewicht — geschlossen werden, daß bereits in der Zündkammer eine Verbrennung stattgefunden hat, so entspricht das Schutzmittel nicht den zu stellenden Anforderungen. Erfahrungsgemäß zeigen gut imprägnierte Materialien keine Asche, sondern verkohlen nur.

Zur Feststellung, ob ein angebotenes Schutzmittel überhaupt eine feuerhemmende Wirkung ausübt, bestimmt man den oberen Zündwert von Probestäben vor und nach der Behandlung. Zeigt sich, daß bei diesem Vorversuch der obere Zündwert der behandelten Probe über 600° liegt, während die z. B. aus einem behandelten Dachstuhl usw. entnommenen Proben sämtlich oder zum Teil bereits bei 600° glühen oder veraschen, so ist das Mittel zwar gut, jedoch der Anstrich unsachgemäß ausgeführt.

Mit Feuerschutz versehene Wände usw., die in der Nähe von Heizungsanlagen liegen oder sonst höheren Temperaturen ausgesetzt sind, müssen terminmäßig darauf untersucht werden, ob ihr oberer Zündwert noch über 600° liegt. Erforderlichenfalls ist der Schutzanstrich zu erneuern.

22. Meßgenauigkeit und Toleranzen.

Die Genauigkeit der mit dem Zündwertprüfer durchführbaren Messungen ist zunächst abhängig von der strikten Einhaltung der Bedienungsanweisungen und dem guten Zustand des Gerätes und der Zubehöerteile. Die Erfahrung hat gelehrt, daß gerade diese Selbstverständlichkeiten mehrfach außer acht gelassen worden sind und zu Fehlurteilen über die Methode geführt haben. Weiterhin muß darauf hingewiesen werden, daß Fehler bei den Stoffprüfungen durch

die Art der Stoffeingabe mit Pipette oder Glasstab erfolgen können, weil die Tropfengröße stets geringen Schwankungen ausgesetzt sein wird. Nachweislich machen sich bei der Zündwertprüfung — in gleicher Weise wie bei der motorischen Prüfung — Einflüsse der Luftfeuchtigkeit und des Barometerstandes bemerkbar. Die Ausschaltung derartiger Fehlerquellen der Stoffeingabe usw. würde jedoch zu einer Beeinträchtigung der jetzigen Einfachheit des Gerätes und der Methode führen, die nicht erwünscht sein kann.

Die für Zündwertbestimmungen tragbare Toleranz richtet sich in erster Linie nach Erfahrungswerten. So kann man z. B. für Vergasermaschinen mit gemessener Höchstverdichtung bis 4 atü Brennstoffe mit Zündwerten von 4,6-5,6; bis 5 atü von ~~3,6-4,5~~; bis 6,5 atü von ~~2,5-3,5~~ und bei Drücken über 7 atü unter 2,5 als gut brauchbar bezeichnen. Bei motorischen Vergleichsversuchen ergaben sich für einen und denselben Brennstoff Unterschiede in den Motor-Oktanzahlen bis zu 16. Dementsprechend würde man im Zündwertprüfer Unterschiede im Kennzündwert bis zu 1,6 noch als tragbar bezeichnen können, wenn nicht für den betreffenden Motor eine geringere Toleranz erfahrungsgemäß eingehalten werden muß.

Auch für Dieseltreiböle kann die Höhe der zulässigen Toleranz am besten nach den Erfahrungen im Betriebe des in Frage kommenden Motors bestimmt werden. Erfahrungsgemäß können in den meisten Fällen Toleranzen von 0,5 im Kennzündwert zugestanden werden, während für den Zündverzug die Toleranz 1 s betragen kann.

23. Zünddruckmesser nach Jentzsch.

Der Zünddruckmesser ist ein Zusatzgerät zum Zündwertprüfer nach Jentzsch und dient zur Bestimmung der kritischen Selbstzündungstemperaturen flüssiger Brennstoffe. Weiterhin sollen vergleichende empirische Messungen der bei der Selbstentzündung brennbarer Stoffe auftretenden Kräfte vorgenommen werden. Der Zünddruckmesser besteht aus dem Halte-Zylinder, der in die linke Kammer des Zündtiegels eingeführt wird, ferner aus der Teilscheibe mit Druckaufnehmer und Zeiger.

Der Druckaufnehmer hat eine Aufnahme-Fläche von 1,5 qm. Er trägt einen verschiebbaren Reiter, mit dessen Hilfe die aus der nachstehenden Tabelle ersichtlichen Belastungen erreicht werden können.

Reiter in Stellung	1	2	3	4
Belastung in gr/pcm	10,0	11,2	12,5	13,7
Belastung ohne Reiter		7,8 gr/qcm.		

Die linke Kante des Reiters ist auf die Strichmarke einzustellen. Die Skala ist in 50 Teile geteilt. Jedes Intervall entspricht einer Hubhöhe von einem Millimeter.

Nach Entfernung aller Vergasungsteller aus den seitlichen Zündkammern setzt man den Haltezylinder des Druckmessers in die linke Kammer. Die rechte Kammer wird durch einen besonderen Zylinder in der Form eines länglichen Gewichts verschlossen. Auf diese Weise bleibt nur die vordere Zündkammer zum Gebrauch übrig und der Sauerstoff kann auch nur in diese Zündkammer eintreten. Sie wird mit einem Zündteller beschickt und mit dem Druckmesser verschlossen. Den Zeiger drückt man in die wagerechte Null-Stellung herunter, sodaß er vom Druckmesser mitgenommen werden kann. Der freie Stutzen des Dreiwegehahnes am Blasenähler wird mit dem Druckregler verbunden.

Die Aufnahme einer Zünddrucklinie erfolgt derart, daß man den Ofen auf etwa 600°C , bei aromatischen Kohlenwasserstoffen auf $6-700^{\circ}\text{C}$, erhitzt und bei langsam fallender Temperatur ($2-4^{\circ}\text{C}$ in 1 Min.) in Abständen von 10 zu 10⁰ einen Tropfen des zu prüfenden Brennstoffes durch die Oeffnung im Druckaufnehmer in die Zündkammer fallen läßt.

Der zur Zündung erforderliche Sauerstoff wird über den Blasenähler in der bei Zündwertbestimmungen üblichen Weise entnommen. Die Menge des zugeführten Sauerstoffes muß dem tatsächlichen Bedarf des betreffenden Brennstoffes entsprechen. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß von den bei Zündwertprüfungen verwendeten 3 Zündkammern nur eine benutzt wird, daß also nur noch $\frac{1}{3}$ des bei der Ermittlung der Selbstzündungs-Kurve festgestellten Sauerstoffbedarfes notwendig ist. Hat z. B. ein Brennstoff bei 400°C noch einen Sauerstoffbedarf von 75 Blasen, so würde bei der Ermittlung des Zünddruckes der Sauerstoffstrom auf 25 Blasen zu reduzieren sein. Zur Erzielung stoßweiser Sauerstoffzufuhr dient der Druckregler, der eine Dosierung des Sauerstoffes zuläßt. Durch entsprechende Einstellung der Dreiwegehähne wird der Sauerstoff zunächst in den Druckregler geleitet, bis die Flüssigkeitssäule im rechten Rohr die gewünschte Höhe erreicht hat. Nunmehr wird der Druckregler durch entsprechende Einstellung des Dreiwegehahnes abgesperrt. Die in den Druckregler hineingedrückte Sauerstoffmenge wird dann nach der Stoffeingabe durch schnelle Umstellung des Hahnes in die Zündkammer geleitet. Erfolgt keine Zündung, trotzdem die Temperatur oberhalb des Selbstzündungspunktes liegt, so muß die Zeitspanne zwischen der Tropfeneingabe und der Sauerstoffzuführung vergrößert werden mit Rücksicht

auf den Zündverzug, den man mit der Stoppuhr feststellen muß. Ist auch diese Maßnahme ohne Erfolg, so ist die zugeführte Sauerstoffmenge zu vergrößern. Hierbei ist einige Vorsicht am Platze, weil Stöße mit Sauerstoffmengen, welche den Inhalt der Zündkammern (7 ccm) übersteigen, zum Ausblasen der Kammer führen können, bevor sich ein entzündungsfähiges Gemisch gebildet hat.

Nach erfolgter Zündung wird der Hub des Druckaufnehmers aus der Stellung des Blindzeigers abgelesen und notiert. Die erhaltenen Zeigerangaben trägt man als Ordinaten bei den entsprechenden Temperaturen des Formulares D ein und verbindet die Punkte zu der 'Drucklinie' des Stoffes, die den Bereich der 'kritischen Selbstentzündungs-Temperaturen' erkennen läßt. Die gleichen Versuchsreihen werden mit geringeren Sauerstoffmengen wiederholt, bis die untere Grenze der möglichen Selbstzündungen erreicht worden ist. Um bei geringen Zünddrücken genügend große Zeigerausschläge zu erhalten, muß das Laufgewicht entsprechend verschoben werden.

Bei Fehlzündungen fängt man den Temperaturabfall durch Regelung am Widerstand auf, erneuert bei solchen Stoffen, die Rückstände hinterlassen, den Vergasungssteller und bläst die letzten Abgase aus der Zündkammer. Sodann wiederholt man die Stoffeingabe bei Einhaltung der gleichen Versuchsbedingungen. Gute Spülung und wiederholtes Anheben des Vergasungsstellers ist unbedingt erforderlich.

Nach Wiederauffüllung des Sauerstoffreglers mit der gleichen Sauerstoffmenge wird der Versuch bei einer um 10°C tieferen Temperatur wiederholt und solange fortgesetzt, bis der Selbstentzündungspunkt des Stoffes erreicht ist.

Bei wissenschaftlichen Versuchen muß die Luftfeuchtigkeit und der Barometerstand berücksichtigt werden.

24. Schlußwort.

Bei allen mit Hilfe des Zündwertprüfers nach Jentzsch ausgeführten Versuchen ist auf **besondere Vorkommnisse** zu achten, z. B. starke Rauchentwicklung, besonders heftige Detonationen, reichliche Rückstände besonderer Art, starkes Schäumen usw. Für Eintragungen dieser Art ist im Formular 'A' eine besondere Spalte vorgesehen. Nach Möglichkeit ist stets die am Versuchstage herrschende Temperatur, der Barometerstand und die Luftfeuchtigkeit anzugeben. Jede

von den **Bedienungsvorschriften** **abweichende** Bestimmung irgend eines mit Hilfe des Zündwertprüfers gefundenen Kennwertes muß besonders hervorgehoben werden. Diese Selbstverständlichkeit ist oft nicht beachtet worden, und hat daher zu **Fehlmessungen** geführt, die der Methode zur Last gelegt wurden.

Peinlichste Beachtung der Bedienungsvorschrift, sorgfältige Pflege des Zündwertprüfers und seiner Zubehörteile sowie genaues Vertrautsein mit der Temperatur- und Sauerstoffregelung sichert zufriedenstellende Versuchsergebnisse. Bei Unklarheiten irgendwelcher Art, anscheinenden Versagern und in Sonderfällen wende man sich umgehend an die Herstellungsfirma oder deren Vertreter. Es empfiehlt sich, vielbenutzte Zündwertprüfer **jährlich einmal** an die Herstellungsfirma zur **Ueberholung** zu senden, damit **apparative Fehler** rechtzeitig beseitigt werden können.

Sind häufiger **rückstandsbildende Oele** usw. zu untersuchen, so empfiehlt es sich, eine größere Menge Vergasungsteller zu beschaffen, damit die durch das Ausglühen und Säubern der Teller erforderliche Zeit möglichst verkürzt wird.

Bei **kritischen Betrachtungen** über den Zündwertprüfer und die Zündwertmethode lege man keinen **Sondermaßstab** an, sondern prüfe, ob mit anderen Geräten oder Methoden in einfacherer Weise und in kürzerer Zeit bessere Versuchsergebnisse erzielt werden können.

Mitteilungen über Erfahrungen mit dem Gerät und Verbesserungsvorschläge werden erbeten.

Nachtrag:

Zusammenstellung der für ein Schiffslaboratorium zur Untersuchung von Treib-, Heiz- und Schmierölen erforderlichen Geräte und Einzelteile.

Geräte:

1. 1 Zündwertprüfer mit Thermoelement und Ablesegerät, vollständig, nach Jentzsch
2. 1 Sauerstoffströmungsmesser.
3. 1 Flammpunktprüfer n. J. mit 2 Thermometern.
4. 1 Vorrichtung z. Bestimmung d. Zeit-Siedeverlaufs n. J.
5. 1 „ „ „ von Rückständen.
6. 2 Nomogramme zur Ermittlung von Vergleichszahlen.
7. 1 Sauerstoff-Flasche von 5 l Inhalt mit breitem Fuß.
8. 1 Umfüllstutzen für Sauerstoff.
9. 1 Druckminderventil.
10. 1 Gasentwickler für Flammpunktprüfer.
11. 1 Stoppuhr.
12. 1 Lupe.

Reserveteile:

1. 2 Flammpunktthermometer (40-160°) (80-280°)
2. 50 Vergasungsteller.
3. 6 Becher für Flammpunkts- u. Rückstandsbestimmungen.
4. 12 Meßgläser für Siedeverlauf.
5. 12 Reagenzgläser.
6. 1 Flasche Chlorkalzium.
7. 1 „ Calciumcarbid.
8. 200 Formulare A.
9. 200 „ B.
10. 200 „ C.

Weitere Geräte für Öluntersuchungen.

1. 1 Viskosimeter n. Dallwitz-Wegener m. Spiritusheizung.
2. 1 Zentrifuge zur Wasserbestimmung mit 6 Gläsern.
3. 1 Kasten mit 3 Spindeln (0,7-1,2), Standglas und Thermometer für Dichte-Bestimmung in Sonderausführung u. a. m.

Vermerk: Alle Geräte und Einzelteile werden in genormter Ausführung geliefert und sind in genormten Kästen untergebracht.

Für Sonderausführungen werden alle Wünsche berücksichtigt.