

I-113

B e r i c h t
über das

Klopfverhalten von Leichtkraftstoffen geringer Oktanzahlen im Fremdatzündungs-Motor mit Verdichtungshub-Einspritzung (Hesselman-Motor).

Zusammenfassung:

Am I.G.-Einspritzmotor (I.G.-Prüfdiesel mit Hesselman-Nachbau-Zylinderkopf) wurde bei einer Verdichtung von 1:6 die Klopfgrenze bei Vergaserbetrieb zu etwa 74 Oktanzahlen, bei Einspritzung in den Verdichtungshub (Hesselman-Verfahren) zu etwa 42 Oktanzahlen bei einer Luftüberschußzahl von etwa 0,95, d.h. bei etwa theoretischen Luftbedarf, ermittelt.

Bei Leichtkraftstoffen mit geringeren Oktanzahlen war ein klopfreier Einspritzbetrieb nur mit erhöhtem Brennstoffüberschuß möglich. In einem Schaubild wurde in Abhängigkeit von der Luftüberschußzahl die für klopfreien Einspritzbetrieb erforderliche Oktanzahl neben dem mittleren Effektdruck, dem spezifischen Verbrauch und der Abgas temperatur aufgetragen.

Mit dem I.G.-Piezo-Quarz-Kathodenstrahl-Indikator aufgenommenen Druck-Zeit-Diagramme lassen das Klopfen an der im Druckmaximum auftretenden Klopf-schwingung sehr gut erkennen, und es konnte eine gute Übereinstimmung mit dem gehörmäßig festgestellten Klopfen beobachtet werden.

Zweck der Versuche:

Die Versuche sollten darüber Aufschluß geben, wieweit das Klopfverhalten von Leichtkraftstoffen mit niedrigeren Oktanzahlen, die bei einer Verdichtung von 1:6 normalerweise klopfen, bei Einspritzung in den Verdich-

dichtungslos durch reicheres Kraftstoff-Luft-Verhältnis beeinflusst wird. Es ist bekannt, daß das stärkste Klopfen bei einer Luftüberschußzahl von $\lambda = 1$ bzw. Unterschuss auftritt, und daß es mit zunehmendem Kraftstoffüberschuß zum Verschwinden gebracht werden kann.

Ferner sollte die Beobachtung bestätigt werden, daß es möglich ist, bei Einspritzung gegenüber dem Vergaserbetrieb mit erheblich geringeren Leistungszahlen auszukommen.

Versuchsdurchführung:

Versuchsanlage:

I.G.-Einspritzmotor (I.G.-Prüfdiesel mit Hesselmann-Nachbau-Zylinderkopf alte Ausführung, ohne Schiraventil).

Hub x Bohrung	150 x 95 mm
Hubvolumen	1063 cm ³
Bosch-Einspritzpumpe:	Typ 2501 B 50, 8 mm Flunger, (Steuerkeitskonstantes Einspritzende)
Bosch-Zündkerze:	Typ DK 35 A 5
Hesselmann-Einspritzdüse:	Typ 200 101
Acris-Zündmagnet:	Typ E 1 F 22
Luftmengenmessung:	mit Drehkolbenmesser der Merzener Messwerkfabrik.
Leistungsmaßung:	durch Bremsdynamometer.
Lufttemperaturmessung:	mit Chromnickel "B"-Thermoelement.

Die Indikatorgramme wurden mit dem I.G.-Piezo-Quarz-Kathodenstrahl-

Indikator und dem I.G.-Ablesegerät genommen.

Betriebsbedingungen:

Motordrehzahl: $n = 1200$
Verdichtungsverhältnis: $\epsilon = 16$
Kühlwassertemperatur: 50°C

Das Kraftstoff-Luft-Gemisch wurde bei Einspritzbetrieb so einreguliert daß der Motor mit einer Luftüberschußzahl von etwa $\lambda = 0,95$ arbeitete. Der spezifische Verbrauch betrug bei dieser Einstellung etwa 3090 kcal/PSch, ist also verhältnismäßig hoch. Die Begründung dürfte in der noch zu verbessernden Gemischbildung liegen. Zu diesem Zweck soll mit einem abgeänderten Zylinderkopf weitere Versuche mit dem Ziel, den Kraftstoffverbrauch bei Benzin auf etwa 2200-2400 kcal/PSch zu senken, durchgeführt werden.

Ermittlung der Klopfgrenzen:

Die wichtigsten Analysendaten^{†)} der auf Klopfverhalten bei Einspritzbetrieb in den Verdichtungsstufen untersuchten Leichtkraftstoffe sind in folgender Übersicht zusammengestellt:

	Leuna-Benzin ^{††)}	Eichbenzin	Schwerbenzin ^{†††)}	Schwerbenzin ^{†††)}
Spez. Gew. bei 20°C	0,749	0,710	0,725	0,748
Oktanzahl nach Research	74	42	-10 ^{x)}	-40 ^{x)}
Oktanzahl nach Motor-M	-	44	2	-20
Siedebeginn $^{\circ}\text{C}$	48	73	109	185
Sieende $^{\circ}\text{C}$	203/96 %	155/96 %	190/96,5 %	239/97,5 %
Dampfdruck nach Reid at				
20 $^{\circ}$	0,22	-	0,11	-
40 $^{\circ}$	0,48	0,29	0,21	0,03
60 $^{\circ}$	0,84	0,57	0,39	0,09

- †) Als Leichtkraftstoffe gleicher Beschaffenheit unterscheiden sie sich hinsichtlich H:C-Verhältnis und damit im Heizwert u. theoret. Luftbedarf nur um wenig.
††) verbleit.
†††) von Rheinpreußen.
x) extrapoliert.

Aus den aufgeführten Leichtkraftstoffen wurden noch folgende Mischungen hergestellt und untersucht:

50 Vol.-% Bi OZ 42 + 50 Vol.-% Bi OZ -10 mit einer OZ 17 und
33 " Bi OZ 42 + 67 " Bi OZ -10 " OZ 9.

Bei Vergaserbetrieb (Solex-Horizontal-Vergaser, Typ RFR, Lufttrichter: 28 mm ϕ , verstellbare Kraftstoffdüse) wurde bei der Verdichtung von 1:6 die Klopfgrenze zu etwa 74 Oktanzahlen ermittelt ($p_{me} = 7,4$ at, $\lambda = \sim 0,96$, spezifischer Verbrauch = 2530 koal/PSch).

Bei Einspritzbetrieb (Hesselman-Verfahren) betrug dagegen die Klopfgrenze bei der gleichen Verdichtung etwa 49 Oktanzahlen ($p_{me} = 5,9$ at, $\lambda = \sim 0,95$, spez. Verbrauch = 3090 koal/PSch).

Bei den Klopfversuchen arbeitete, wie bereits vorher angegeben, der Motor zunächst bei einer Luftüberschußzahl von 0,95, also etwa in der Nähe des theoretischen Luftbedarfes. Bei einem Leichtkraftstoff mit der Oktanzahl 42 war der Motor dabei gerade an der Klopfgrenze (für Einspritzbetrieb). Es wurde nun auf einen Leichtkraftstoff mit einer OZ von beispielsweise 17 umgeschaltet, worauf der Motor klopfte, was nicht nur gehörlich, sondern auch an den Druck-Zeit-Diagrammen des Piezo-Quarz-Indikators wahrzunehmen war. Daraufhin wurde das Kraftstoff-Luft-Gemisch soweit angereichert, bis das Klopfen aufhörte. Dies wurde für verschiedene Oktanzahlen durchgeführt.

In Blatt 1 ist über der Luftüberschußzahl die für klopfreien Betrieb erforderliche Oktanzahl, der mittlere Effektivdruck, der spezifische Wärmeaufwand und die Abgastemperatur aufgetragen. Zunächst erkennt man eine sehr gute Abhängigkeit von Luftüberschußzahl und Oktanzahl. Ferner nimmt mit der Kraftstoffanreicherung des Gemisches der mittlere Effektivdruck und der spezifische Wärmeaufwand zu, während die Abgastemperatur absinkt.

Es ist also möglich, auch mit Leichtkraftstoffen geringerer Oktanzahl

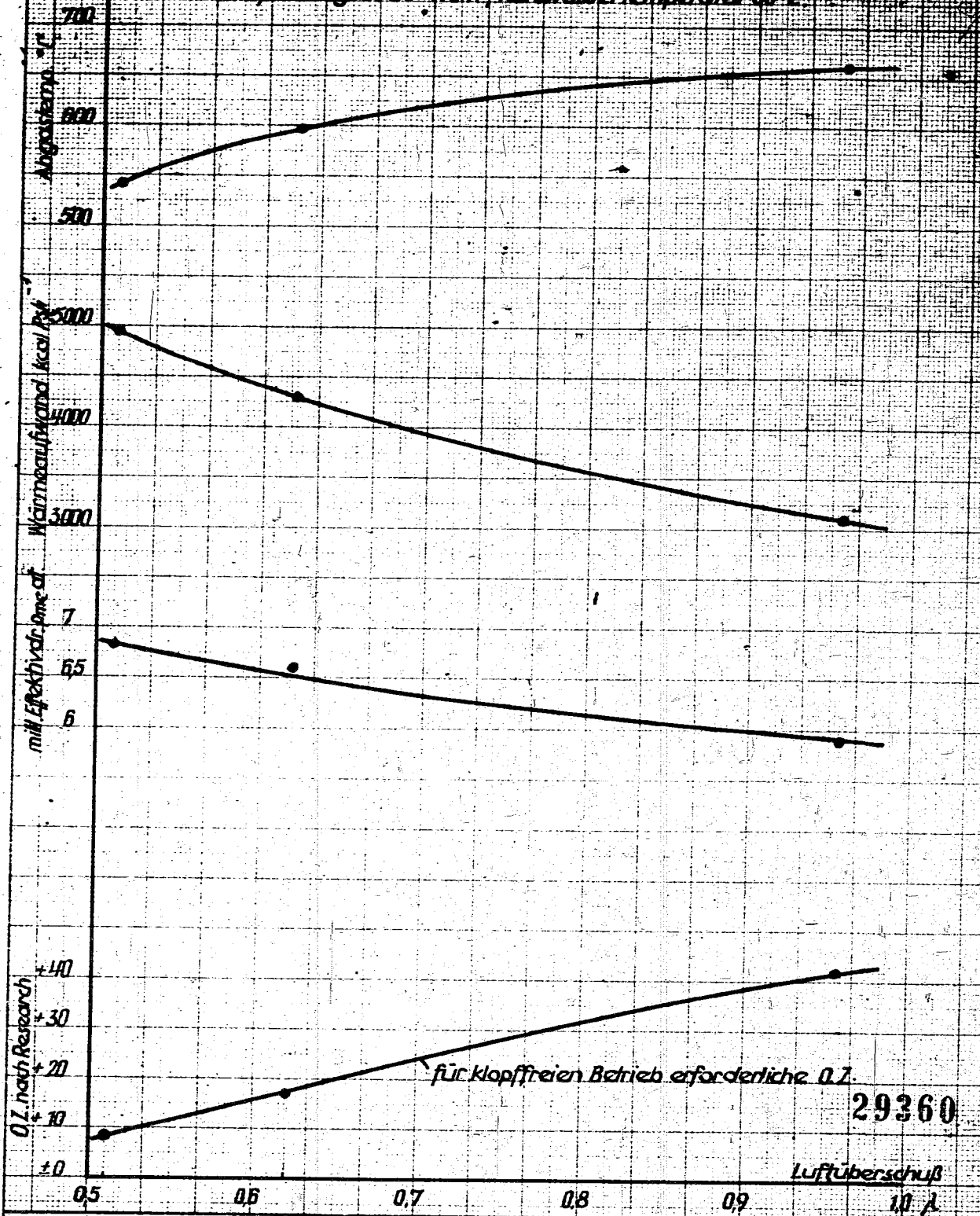
einen kloppfreien Betrieb und dabei sogar eine Leistungssteigerung zu erhalten, die allerdings lediglich auf den erhöhten Kraftstoffbedarf zurückzuführen ist. Bei einer Erniedrigung der Oktanzahl von 42 auf beispielsweise 20 würde die Leistungssteigerung etwa 12 % betragen, der Wärmeverbrauch sich jedoch auf etwa 31 % erhöhen.

In den Blättern 2-4 sind Druck-Zeit-Diagramme, die mit dem L.G.-Friedrichs-Indikator genommen wurden, wiedergegeben. Blatt 2 zeigt oben zunächst ein Verdichtungs-Diagramm bei $n = 1200/\text{min}$ und freisangetriebenem Motor, darunter 2 Verbrennungs-Diagramme von 2 nichtklopfenden Leichtkraftstoffen mit den Oktanzahlen 74 und 42. Der Verbrennungshöchstdruck beträgt etwa 34 at. In Blatt 3 und 4 haben wir Verbrennungs-Diagramme bei klopfendem Betrieb. Das Klopfen ist deutlich an der im Druckmaximum auftretenden Klopfeschwingung zu erkennen. Es handelt sich um die Verbrennungs-Diagramme der beiden untersuchten Leichtkraftstoff-Mischungen mit den OZ 17 und 9. Erst bei den Luftmischungsverhältnissen 0,62 bzw. 0,51 verschwand das Klopfen. Auf dem vierten Blatt schließlich die Verbrennungs-Diagramme der stark klopfenden Leichtkraftstoffe mit den Oktanzahlen -10 und -40 wiedergegeben. Bei diesen war es nicht möglich, durch Gemischanreicherung das Klopfen zum Verschwinden zu bringen, da die Einspritzpumpe bei dem eingebauten 8 mm-Pinnger nicht soviel Kraftstoff förderte.

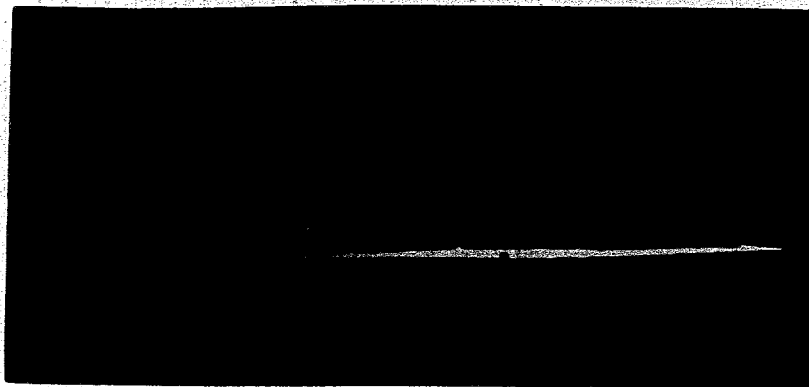
Anlagen: 1 Schaubild
3 Blatt Indikator-Diagramme.

W. B. ...

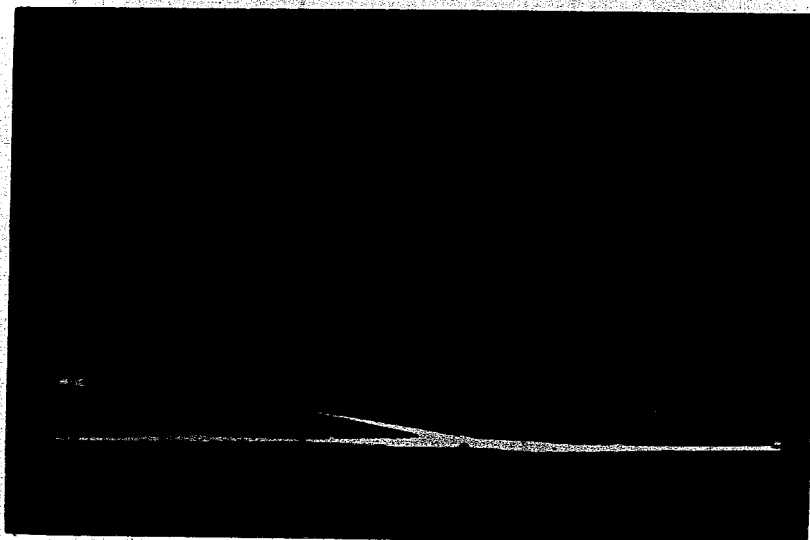
Klopffverhalten von Leichtkraftstoffen gemäßigter O.L.
 Verdichtung 1:6, Bosch-Einspritzpumpe 8mm Plunger,
 Hesselmann-Nüse 280/101, Bosch-Zündkerze DM 35 A 3,
 Einspritzbeginn 90° v. O.T., Kühlwassertemperatur 30° K.



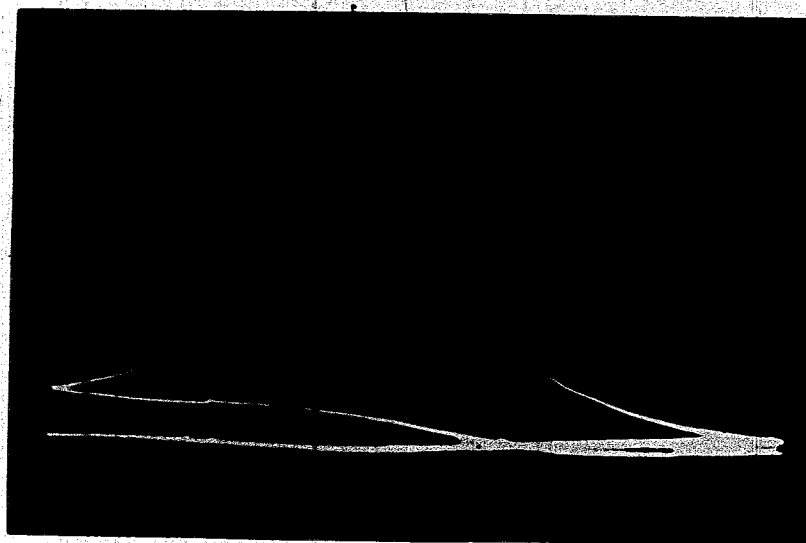
29360



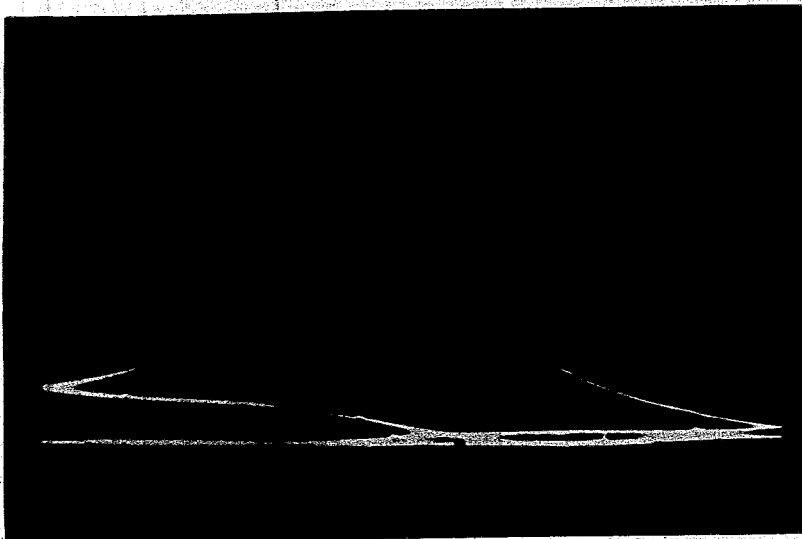
Verdichtungsdiagramm
bei fremd angetriebenem
Motor
 $n = 1200 \text{ min}^{-1}$
 $\epsilon = 1.6$
 $p_v = 12 \text{ at}$



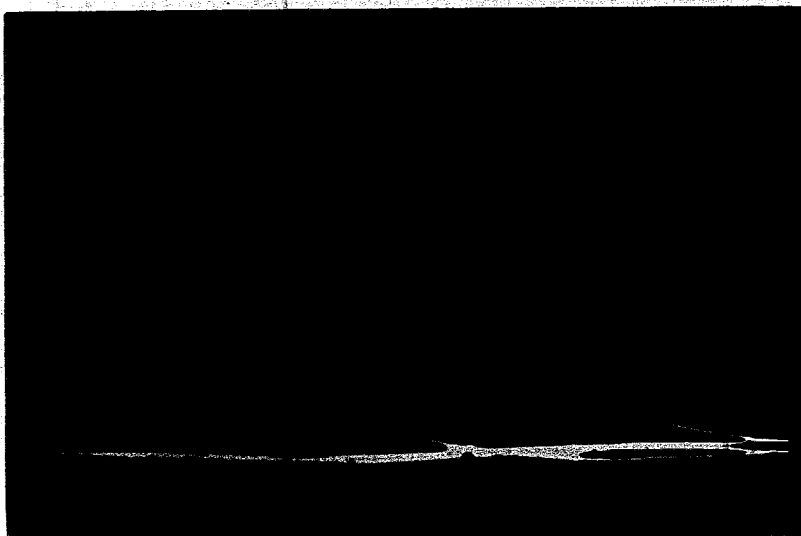
Verbrennungsdiagramm
eines Leichtkraftstoffes
mit der O.Z. 74
 $n = 1200/\text{min}$
 $p_{\text{max}} = 34 \text{ at}$



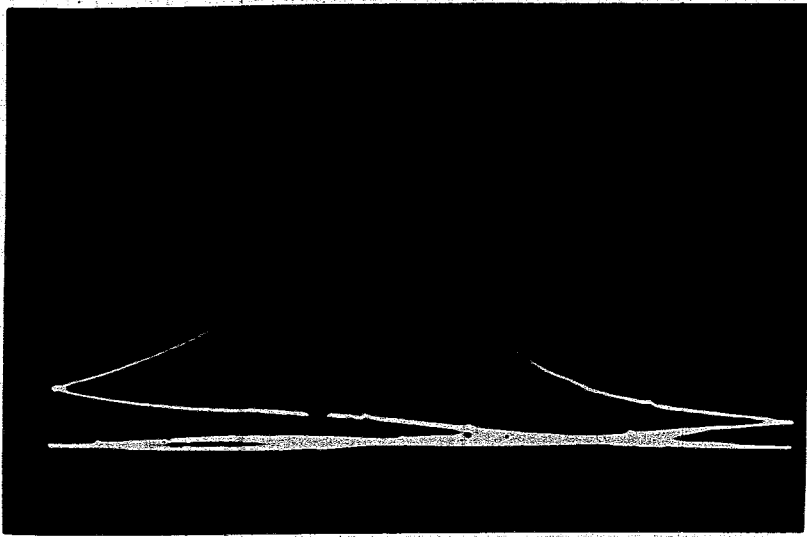
Verbrennungsdiagramm
eines Leichtkraftstoffes
mit der O.Z. 42
 $n = 1200/\text{min}$
 $p_{\text{max}} = 34 \text{ at}$



Verbrennungsdiagramm eines Leichtkraftstoffes mit der O.I. 1.7
 $n = 1200/\text{min}$ $p_{\text{max}} = 38 \text{ at}$



Verbrennungsdiagramm eines Leichtkraftstoffes mit der O.I. 1.9
 $n = 1200/\text{min}$ $p_{\text{max}} = 39,5 \text{ at}$



Verbrennungsdiagramm eines Leichtkraftstoffes mit der OZ - 10
 $n = 1200/min$ $p_{max} = 38 at$



Verbrennungsdiagramm eines Leichtkraftstoffes mit der OZ - 40
 $n = 1200 min$ $p_{max} = 39.$

29363