

Bericht *Untersuchung von 3 TTH-*
Dieselkraftstoffen.

Technischer Prüfstand Op.

Nr. *379.*

Fach *17*

Verfasser *Inpl.-Ing. Köhler.*

Tag *31. März* 19*39.*

I-101

Gesehen von der Direktion

Zur Kenntnis an:

Empfänger	Ein-gang	Weiter	Unterschrift

29142

B e r i c h t

über

Untersuchung von 3 TTH - Dieselkraftstoffen.

Zusammenfassung:

Es wurden 3 TTH-Dieselmkraftstoffe von Leuna, von denen der erste ein ziemlich niedrig siedendes Dieselöl war, und der zweite und dritte noch Spindelöl- bzw. leichte Schmieröl-Fractionen enthielt, auf ihr Verhalten in Dieselmotor untersucht. Die Proben wurden auf dem Prüfstand in Einzylinder-Prüfmotoren und auf der Landstraße in einem Krupp-Lastag mit Junkers-Zweitaktmotor gefahren. Alle drei Kraftstoffe waren in ihrem Gesamtverhalten ungünstiger als das vergleichsweise verwendete Standard-Gasöl. Für den Betrieb in Vorkammer-Maschinen dürften sich hieraus wohl noch keine Nachteile ergeben, jedoch dürften in direkten Einspritzmaschinen solche vorkommen. Probe 1 und 2 ergaben im Junkers-Motor ohne Zündhilfe große Anlaßschwierigkeiten. Der Gang des Motors war etwas rauher als mit Gasöl. Die Leistung war jedoch die gleiche. Mit Kraftstoff 3 konnte die Maschine gut gestartet werden, jedoch ist die Leistung - was sich vor allem auf steilen Gebirgsstraßen bemerkbar macht -, geringer als mit Gasöl und den beiden anderen Probekraftstoffen. Der Motor rauchte mit dieser Probe ziemlich stark. Da keine der 3 Kraftstoffe ganz befriedigt, wird vorgeschlagen, Kraftstoff 2 von Cetanzahl 40 zunächst durch Erhöhung des Siedebeginns zu verbessern und dann erneut Versuche mit diesem Kraftstoff durchzuführen.

Zweck der Versuche:

Die Hydrierung in Leuna sandte an den Techn.-Prüfstand Oppau drei größere Kraftstoffproben von je 1 300 kg zur Prüfung ~~was~~ auf ihre Brauchbarkeit im Dieselmotor. Die drei Kraftstoffproben unterscheiden sich hauptsächlich durch ihre Destillationsgrenzen. Kraftstoff 1 ist die eigentliche/Dieselöl-Fraktion, Kraftstoff 2 ist der gleiche Dieselmotor mit Spindelöl-Fraktion-Anteilen, und der Kraftstoff 3 enthält hierzu noch die leichten Schmieröl-Anteile. Die Analysen der drei Kraftstoffe sind aus Blatt 1 ersichtlich. Die Kraftstoffe beginnen verhältnismäßig früh zu siedeln, im übrigen entsprechen sie in den Analyseendaten denjenigen der üblichen Gasöle.

Versuchsdurchführung:

Die Kraftstoffe wurden auf dem Prüfstand und auf der Landstraße gefahren. Auf dem Prüfstand erfolgte die Bestimmung der Cetanzahl im I.G.-Prüfdiesel und die Untersuchung der Verkokungsneigung in einem kleinen Einspritzmotor für Verkokungs-Untersuchung. Das Anlaufverhalten und die Gangeigenschaften des Motors mit den Kraftstoffproben wurden an mehreren Vorkammer-Maschinen und am I.G.-Prüfdiesel untersucht. Die Versuche auf der Landstraße wurden mit einem Krupp-Lastzug durchgeführt. Der Lastzug besaß einen Junkers-Zweitaktmotor, der wohl der kraftstoffempfindlichste deutsche Fahrzeugdiesel sein dürfte.

Versuchsergebnisse:

I. Ergebnisse der Prüfstandsversuche.

1. Bestimmung der Cetanzahl und der Verbrennungsablauf im Dieselmotor.

Die Proben wurden im I.G.-Prüfdiesel 1 nach dem Zündverzug-Verfahren untersucht und es wurden hierfür folgende Cetanzahlen festgestellt:

Tabelle 1:

Kraftstoff:	Cetanzahl:
1	39
2	40
3	42
<u>in Vergleich hierzu:</u>	
Standard-Gasöl	46
Shell -Gasöl	46
Olex -Gasöl	47
B.V. -Gasöl	47
Rheinpreußen-Gasöl	53

Die deutschen Dieselmotoren-Firmen fordern für Vorkammer-Maschinen Cetanzahlen von 30-⁴⁰ und für direkte Einspritzmaschinen solche von ^{über} 45. Letztere Motortypen, die bisher hauptsächlich von Junkers und MAN gebaut wurde, verliert jedoch immer mehr an Bedeutung und wird in Zukunft von ^{Krupp-}Junkers nicht mehr geliefert werden, so daß später eine Cetanzahl von 40 für den Fahrzeugdiesel ausreichen dürfte. Heute jedoch muß für einen Handels-Kraftstoff wegen der noch im Betrieb befindlichen ^{Junkers-}Dieselmotoren die Cetanzahl über 45 sein, wie sie alle Handels-Gasöle besitzen. Die drei Kraftstoffproben erreichen diesen Wert nicht ganz. In den Vorkammer-Maschinen von Daimler-Benz, Deutz und Büssing-NAG werden hieraus keine Schwierigkeiten zu erwarten sein, dagegen wohl in den Junkers-Motoren.

Der Verbrennungsablauf und die Ganghärte der Maschine waren in schnelllaufenden Hanomag-Personenkraftwagen-Dieselmotor mit den drei Probekraftstoffen befriedigend und praktisch ebenso wie bei Standard-Gasöl. In einem Vierzylinder-Vorkammer-Motor von Daimler-Benz wurden die drei Probekraftstoffe gleichfalls wie Gasöl bewertet. Die Kraftstoffe wurden dann noch im I.G.-Prüfdiesel, der mit direkter Einspritzung arbeitet, untersucht. Der Druckverlauf war, wie aus Blatt 2 ersichtlich ist, bei den Probekraftstoffen nur wenig steiler und der Gang der Maschine fast ebenso weich als bei Verwendung von Gasöl, so daß sich auch hier gegenüber Gasöl praktisch kaum ein Unterschied ergab. Das gleiche wurde auch bei der Cetanzahlbestimmung, bei der bekanntlich

der Zündverzögerung konstant gehalten und die Verdichtung entsprechend verändert wird, festgestellt, wie sich aus der nachstehenden Tabelle 2 ergibt. Der Druckanstieg $\frac{dp}{d\varphi}$ war hier bei allen 3 Proben ebenso hoch wie beim Gasöl.

Tabelle 2:

Kraftstoff:	Verdichtung:	Kompres- sions- druck:	Spitzen- druck:	Druck- anstieg $\frac{dp}{d\varphi}$
Nr.	Skt.	atü	atü	at/°Kw.
1	62,6	29,0	45,0	8,2
2	62,4	28,0	44,0	8,2
3	62,0	28,0	43,0	8,2
Standard-Gasöl	61,2	27,0	42,0	8,2
40 Vol% Cetan + 60 Vol% α -Methylnaphthalin	62,4	29,0	45,0	7,4
45 Vol% Cetan + 55 Vol% α -Methylnaphthalin	61,4	27,0	41,0	6,8

2. Anlaßverhalten.

Das Anlaßverhalten wurde zunächst in einem Daimler-Benz-Vorkammer-Motor mit Glühkerze untersucht. Der Motor sprang mit den 3 Proben ebenso leicht wie mit Gasöl nach etwa 30 Sekunden an. Die Außentemperaturen betrugen hierbei etwa 0°C. Die Untersuchungen wurden bei -10°C im Kälteraum fortgesetzt. Auf weitere Startversuche an einem Vorkammer-Motor wurde verzichtet, da selbst Dieselkraftstoffe, die wesentlich niedrigere Cetanzahlen als die 3 Proben besaßen, noch praktisch ebenso rasch wie Gasöl bei Verwendung einer Glühkerze zündeten, was die Prüfung der 3 Proben hinfällig machte. Die Proben wurden deshalb im I.C.-Prüfdiesel, der bekanntlich direkte Einspritzung besitzt und ohne Zündhilfe arbeitet, auf ihr Startverhalten untersucht.

Bei einer Anlasser-Drehzahl $n = 750$ U/min und

einer Verdichtung $\epsilon = 21:1$

wurden folgende Startzeiten bzw. Umdrehungen bis zum ständigen Zünden des Kraftstoffes im Motor gemessen:

Tabelle 3:

Kraftstoff:	Startzeit	Umdrehungen bis zur
	Min.	Zündung Anzahl:
1	3	450
2	2	325
3	1 1/2	250
Standard-Gasöl	1 1/4	200

Von den drei Kraftstoffproben dürfte für einen Dieselmotor ohne Zündhilfe, z.B. Junkers-Dieselmotor, nur Kraftstoff 3 noch in Betracht kommen, während bei den Kraftstoffen 1 und 2 die Anlaßschwierigkeiten groß werden dürften.

3. Verkokungsneigung.

Die Verkokungsneigung wurde in einem kleinen Einzylinder-Motor mit direkter Einspritzung, der für Verkokungsmessungen hergerichtet wurde, untersucht. Die Prüfung der Kraftstoffe wurde bei verschärften Bedingungen durchgeführt, wobei die Dreiloch-Boschdüse elektrisch auf 250°C aufgeheizt und die Maschine im Leerlauf betrieben wurde. Es wurden nachstehende Ergebnisse bei den 3 Kraftstoffen erhalten:

Tabelle 4:

Kraftstoff:	Befund d. Düse nach 20 Betriebsstunden:	Beurteilung des Kraftstoffes:
1	Ganz geringe Verkokung der Düse, die Zerstäubung ist in Ordnung.	Es ist keine Verkokung im Dauerbetrieb zu erwarten.
2	Leichte Verkokg. d. Düse. An den Düsenbohrungen Ansatz von 0,5-1,0 mm Stärke. Zerstäubung nicht mehr ganz einwandfrei.	Es können im Dauerbetrieb Störungen auftreten.
3	Die Maschine bleibt nach 8 Betriebsstunden stehen, da die Düsen verstopft sind. Nach Reinigung und erneuten Anfahren verkokte die Düse wieder. Zerstäubg. einwandfrei.	Kraftstoff dürfte zu Störungen im Motor Anlaß geben. (S. auch Conradsch-Test u. Siedeanalyse)

Es sind also nur Kraftstoff 1 und 2 für den Dauerbetrieb zu empfehlen.

II. Fahrversuche auf der Landstraße.

Die Versuche auf der Landstraße wurden mit einem planmäßig auf der Strecke Ludwigshafen-Bitterfeld-Ludwigshafen verkehrenden Diesel-Lastsug durchgeführt. Die Fahrtstrecke besteht aus ebenen und geraden Autobahn-Teilstrecken und aus gebirgigen Landstraßen mit langen Steigungen von 6 und 8 %. Die Versuche wurden in der Zeit vom 6.-30. März 1939 bei Temperaturen meist unter 0°C durchgeführt. Es wurde ein Krupp-Lastsug mit Junkers-Zweitakt-Dieselmotor getücht, da dieser die höchsten Ansprüche an den Kraftstoff stellt.

Tab. 5:

Maschinendaten:

Bohrung	85 mm	Leistung:	125 PS
Hub	240 mm	Drehzahl:	1500 U/min
Hubraum	5448 cm ³	Verdichtung:	17:1
Gewicht des Maschinenteils		6 800 kg	
	Zuladung	6 200 "	
Gewicht des Anhängers		4 600 "	
	Zuladung	<u>11 000 "</u>	
Gesamtgewicht		28 600 "	

Mit jedem Kraftstoff wurden zwei Fahrten von zusammen 2 000 km durchgeführt, wozu etwa 850 ltr Kraftstoff benötigt wurden. Die Maschine wurde nach jeder zweiten Fahrt gründlich durchgesehen und für den nächsten Kraftstoff hergerichtet.

Das Ergebnis der Fahrversuche ist folgendes:

Probe 1 und 2 ergaben im Junkers-Motor ohne Zündhilfe große Anlaßschwierigkeiten. Der Gang des Motors war etwas rauher als mit Gasöl. Die Leistung war jedoch die gleiche. Mit Kraftstoff 3 konnte die Maschine gestartet werden, jedoch ist die Leistung - was sich vor allem auf steilen Gebirgstraßen bemerkbar macht -, geringer als mit Gasöl und mit den beiden anderen Probekraftstoffen. Der Motor rauchte mit dieser Probe sehr stark. (S. Tabelle 6).

Tabelle 5:

Kraftstoff:	Verhalten im Fahrbetrieb:	Ausbaubefund des Motors:
1	Der kalte Motor springt mit der Probe meist nicht an. Kaum der Frischkraftstoff aus der Pumpe entfernt und die Maschine mit Standard-Gasöl angelassen werden. Der Gang der Maschine war etwas rauher als mit Gasöl. Die Leistung war gut. Es brauchte im bergigen Gelände weniger geschaltet zu werden, als mit Gasöl. Auspuff rein.	Die Auspuffschlitze waren leicht verkohlt, was wohl von den Anlaßschwierigkeiten herühren dürfte. Die Düsen spritzen einwandfrei ab. Eine Reinigung des Motors wäre noch nicht notwendig gewesen.
2	Anlassen schwer möglich, jedoch etwas besser als bei Probe 1. Es muß ebenfalls öfter mit Standard-Gasöl gestartet werden. Die Leistung ist die gleiche wie bei Gasöl, ebenso der Gang des Motors nur wenig rauher. Auspuff rein.	Auspuffschlitze und Düsen sind in Ordnung. Die Verschmutzung des Motors ist nicht stärker als bei Gasöl. Eine Reinigung wäre noch nicht notwendig gewesen.
3	Anlassen gut möglich. Der Motor läuft etwas weicher als mit Gasöl, jedoch raucht die Maschine sehr stark. Die Leistung war geringer als bei Gasöl und den Proben 1 und 2.	Auspuffschlitze und Düsen sind in Ordnung. Eine Reinigung wäre noch nicht notwendig gewesen.

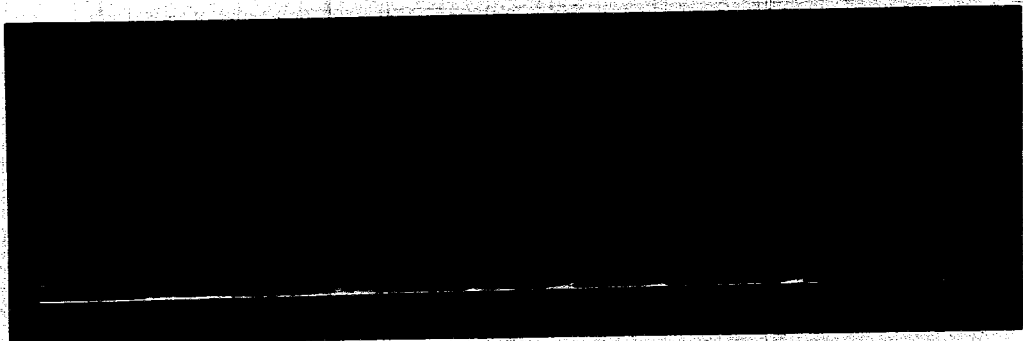
Da keiner der 3 Kraftstoffe ganz befriedigt, sollte versucht werden, Kraftstoff² von der Cetanzahl 40, der am günstigsten erscheint, zunächst durch Erhöhung des Stoßbeginns zu verbessern und dann erneut Versuche mit diesem Kraftstoff durchzuführen.

2 Anlagen.

Röhler

Analysenwerte der Dieselölproben.

Beseichnung:	D 476 Kraftstoff 1	D 477 Kraftstoff 2	D 478 Kraftstoff 3
Spez. Gewicht/20°	0,847	0,855	0,873
Viskosität in E°/20°	1,24	1,3	1,7
Stöckpunkt °C	- 29	- 34	- 18
Filtrierfähigkeitsgrenze °C	- 25	- 28	- 18
Flammpunkt (FM) °C	+ 59	+ 62	+ 66
H ₂ O %	0	0	Spuren
Aschegehalt %	0	0	0
Hartasphalt %	0	0	0
Conradson-Rückstand %	0	0	0,01
Phenol-Gehalt %	0,16	0,2	0,25
Anilinpunkt °C	+ 51,5	+ 48	+ 60
Kupferstreifen	negativ	negativ	-
<u>Siedeanalyse:</u>			
Beginn °C	147	180	164
- 225°	26	9,6	4
- 250°	50	40	20
- 275°	68	63	38
- 300°	84	80	53
- 325°	96	91	65
- 350°	99	99	77
Siedeschluß °C	348	350	-



Kraftstoff I II III Gasöl

**Druckverlauf von 3 TTH-Dieselmotoren
und von Standard Gasöl
aufgenommen am I.G.-Prüfdiesel 1
bei $\epsilon = 15:1$**