

Inhalt: Versuche am Dieselmotor mit kahlflüssigen  
und festen Treibstoffen, wie T2 900, Gasöl mit  
Wass. Zusatz und Paraffin.

*K. H. 11* Technischer Prüfstand.

Nr. 336

*I - 78*

Bericht

vom *11. August* 19 *37*

Gesehen von der Direktion

Zur Kenntnis an:

Empfänger	Ein- gang	Weiter	Unterschrift
28782			

**I.G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft**

**Oppau, den 11.8.1937/T.**

**Technischer Prüfstand Op. 200**

**Bericht Nr. 336.**

**B e r i c h t :**

**Versuche am Dieselmotor mit zähflüssigen und festen Treibstoffen, wie TZ 900, Gasöl mit Wachszusatz und Paraffin.**

**28783**

## Inhaltsangabe.

<b>Zusammenfassung</b>	<b>Seite 2</b>
<b>Zweck der Versuche</b>	<b>3</b>
<b>Versuchsdurchführung</b>	<b>3</b>
<b>Versuchsergebnisse am Prüfstand</b>	<b>6</b>
a) TZ 900 mit Vorwärmung	6
b) Paraffin mit Vorwärmung	7
c) Gasöl O.P. ohne Vorwärmung	8
d) TZ 900 ohne Vorwärmung	9
<b>Versuchsergebnisse am Wagen</b>	<b>9</b>

### Zusammenfassung .

Auf dem Prüffeld und im Fahrbetrieb wurden Versuche mit zähflüssigem TZ 900, mit festem Paraffin und mit Gasöl, das durch Zusatz von O.P.-Lachs salbenartig gemacht worden war, durchgeführt.

In einer ersten Versuchsreihe wurden TZ 900 und Paraffin mittels Motorheizkühlmittel bzw. Aogasen vorgewärmt und dabei die Viskosität soweit erniedrigt, daß sie sich zum Einspritzen in den Dieselmotor eigneten. Paraffin ergab dieselbe Leistung wie Gasöl, während bei TZ 900 eine etwas geringere Leistung gemessen wurde. Dieser Mangel kann sehr wahrscheinlich durch geeignete Ausbildung des Vorkammereinsatzes behoben werden.

Im Fahrbetrieb bewährte sich Paraffin nicht gut, da die Eigenschaft des Paraffins bei etwa 50° C zu erstarren, zu Betriebsstörungen in-folge Verstopfens der Leitungen und der Förderpumpe führte.

Weitere Versuche wurden mit TZ 900 und verdicktem Gasöl ohne Vorwärmung durchgeführt, wobei der Treibstoff der Einspritzpumpe zugedrückt wurde. Das salbenartige Gasöl verursachte keine Schwierigkeiten, TZ 900 dagegen zerstaubte nicht so fein, daß es im Dieselmotor zündete.

Das Ergebnis der Beschussversuche mit den hier benutzten Kraftstoffen steht noch aus.

Zweck der Versuche.

Während im Bericht Mz333 geprüft wurde, wie zu Gas zersetztes TZ 900 in Otto-Motoren verwendet werden kann, sollte hier untersucht werden, wie TZ 900 ohne vorhergehende Zersetzung im Dieselmotor eingespritzt werden kann. Durch Versuche auf dem Prüfstand und am Wagen waren die nötigen Vorkehrungen, insbesondere die Vorwärmung des Kraftstoffes, zu entwickeln. Ausser TZ 900 waren auch festes Paraffin und ein mit I.G.-Wachs verdicktes Gasöl zu untersuchen. Da die Beschussfestigkeit der hier benutzten Kraftstoffe noch nicht geklärt ist, sollten die Versuche nur soweit durchgeführt werden, als zum Nachweis der Betriebsmöglichkeit nötig war.

Versuchsdurchführung.

Zur Verfügung stand für die Prüfstandsversuche ein normaler MzK-Vorkammermotor und ein auf direkte Einspritzung umgebauter Dieselmotor mit während des Betriebes verstellbarer Verdichtung.

Die Hauptabmessungen beider Motoren sind :

Hubvolumen :	1065 cm <sup>3</sup>
Hub :	150 mm
Bohrung :	95 mm Ø

Die Versuchsmotoren waren folgendermaßen ausgerüstet :

als Vorkammer - Motor	als Einspritzmotor
Einspritzpumpe Bosch Typ : PE 1 B 50 C	PE 1 B 50 C
Plunger : 6 mm $\varnothing$	5 mm $\varnothing$
Einspritzdüse Bosch : Zapfdüse DN 8 S 1	Zapfdüse DN 8 S 1
Vorkammer- einsatz : 2 x 3,5 mm $\varnothing$ Löcher	- -

Die Versuchsmotoren waren direkt mit einer Bremsdynamo zwecks Leistungsmessung und - Vernichtung gekuppelt. Eine ungebauter Heizkühlanlage mit Umwälzpumpe und Rückkühler ermöglichte es, die Versuchsmotoren mit einer Kühlmitteltemperatur bis etwa 130° C zu fahren. Die Rückkühlung des als Kühlmittel verwendeten Diäthylenglykols erfolgte mittels Frischwasser im Rückkühler.

Die Brennstoffleitung von der Einspritzpumpe bis zum Einspritzventil war mit einem Heizmantel versehen, durch den das aus dem Dieselmotor austretende heiße Kühlmittel strömte, um eine Wiederkühlung des bereits vorgewärmten TZ 900 zu verhindern. Das auf etwa 130° C vorgewärmte TZ 900 lief der Brennstoffpumpe aus einem Behälter mit einem Gefälle von etwa 0,5 m zu (siehe Schaulatt 1). Die Pumpe selbst drückt dann den Treibstoff durch die Düse in den Verbrennungsraum.

Zu erwähnen wäre, daß das TZ 900 oder Paraffin in einem besonderen Behälter mittels Gasflamme auf die Temperaturen von etwa 130° bzw. 50° gebracht wurden. Praktisch wird man den Vorratsbehälter mit dem Heißkühlmittel oder mit Auspuffgasen beheizen. Erforderlich ist es, mit Gasöl anzufahren, um den Motor zu erwärmen und die zur Erwärmung erforderlichen Heißkühlmittel - bzw. Abgastemperaturen zu schaffen.

Die Kenndaten der Versuchstreibstoffe sind folgende :

	spez. Gewicht	Viskosität	unß.Heizwert
Gasöl	0,85 b. 20°C	ca.1,4 <sup>0</sup> b. 20°C	ca.10 200 kcal/kg
TZ 900	ca.0,81 b.120°C	ca.1,5 <sup>0</sup> b.111°C	ca.10 300 " "
Paraffin	ca.0,76 b. 50°C		ca.10 000 " "

Gasöl als normaler Dieselmotorentreibstoff wurde zu Vergleichsmessungen herangezogen. Das TZ 900 war bei Raumtemperatur von zähflüssiger, das Paraffin von fester Beschaffenheit, erst bei Erwärmung auf etwa 130° bzw. 50° waren sie soweit dünnflüssig, daß sie mit der Boschpumpe eingespritzt werden konnten. Aus der vorher angeführten Tabelle sieht man, daß für TZ 900 erst bei einer Temperatur von etwa 115° die gleiche Viskosität erreicht wird wie Gasöl bei 20°. Bei den Versuchen über Betrieb mit zersetztem TZ 900 ( Bericht Nr 333) wurden Produkte mit 40 - 70<sup>0</sup> g/100<sup>0</sup> angewandt; ob das hier verwendete TZ 900 mit etwa 1,6 g<sup>0</sup>/100<sup>0</sup> ausreichend beschussicher ist, muß noch festgestellt werden.

In einer weiteren Tabelle sind die Selbstzündungspunkte nach Jentzsch im Sauerstoffstrom und mit Luft gegenübergestellt.

	TZ 900	Bad. Gasöl	St-Teeröl 315H	St-Teeröl 434H	Paraffin
Mit O <sub>2</sub>	290°C	253°C	500°C	260°C	245°C
Mit Luft	600°C	500°C	600°C	650°C	550°C

Daneben zu urteilen, ist Paraffin ohne weiteres, TZ 900 weniger gut geeignet. Zweckmässig wird man deshalb bei TZ 900 mit höherem Verdichtungsverhältnis als bei Gasöl arbeiten. Hinsichtlich Zündverhalten ist TZ 900 wohl eher mit dem Steinkohlenteeröl zu vergleichen.

Versuchsergebnisse am Prüfstand.

a) TZ 900 mit Vorwärmung .  
-----

Zunächst wurden am M.M. Vorkammernmotor bei  $n = 1300$  U/min Vergleichsmessungen zwischen TZ 900 und Gasöl hinsichtlich mittlerem Effektivdruck, spezifischem Brennstoffverbrauch und Abgastemperatur durchgeführt. Das Scheubild Nr 2 zeigt, dass bei TZ 900 etwas ungünstigere Werte gemessen wurden. Die Begründung liegt darin, dass die Vorkammer für den Betrieb mit Gasöl bestimmt ist. Durch geeignete konstruktive Durchbildung der



Vorkammer wird es zweifellos möglich sein, mit TZ 900 erheblich bessere Werte zu erzielen. Bei beiden Treibstoffen wurde an die Rauchgrenze gegangen. Die nach mehrstündigem Betrieb ausgetriebene Einspritzdüse und der Vorkammereinsatz zeigten keine Verschmutzungen. Festgestellt wurde lediglich, daß die beiden obersten Verdichtungsringe fest klebten. Die mit elektrischem Indikator beobachteten versetzten Diagramme zeigten einen etwas größeren Zündverzug als bei Gasöl.

Bei dem Versuch mit direkter Einspritzung war die Leistung ebenfalls geringer als bei Gasöl, während bei Gasöl die Leistung bei  $n = 1400$  U/min etwa 6,3 PS betrug, konnten bei TZ 900 nur etwa 5,6 gebremst werden. Die Verbrennung war nicht schlechter, nur klopfte der Motor stärker.

Ausführlichere Messungen wurden bei direkter Einspritzung nicht durchgeführt, da bei dem auf direkte Einspritzung umgebauten MWM Vorkammer-Dieselmotor wegen starker Abnutzung keine genauen Versuchswerte zu erwarten waren, und lediglich nachgewiesen werden sollte, ob TZ 900 auch in Dieselmotoren mit direkter Einspritzung zu verwenden ist.

#### b) Paraffin mit Vorwärmung.

-----

Bei den Versuchen mit Paraffin handelt es sich um feste, wachsartige Platten, deren Schmelzpunkt bei etwa  $50^{\circ} \text{C}$  liegt. Hinsichtlich Zündverhalten gleicht das Paraffin dem normalen Gasöl. Das feste Paraffin wurde mittels Gasflamme auf

etwa 50° erwärmt und in den Meßbehälter gegeben. Vergleichsmessungen wurden mit Gasöl durchgeführt. Wie zu erwarten, machte Paraffin keine Schwierigkeiten, solange es dünnflüssig genug ist. Auf eine Darstellung der Ergebnisse wurde deshalb verzichtet. Ein Leistungsabfall trat bei Paraffin nicht ein, der Motor lief bei gleichem Einspritzbeginn weicher als bei Gasöl.

c) Gasöl O.P. ohne Vorwärmung.

---

Ein weiterer Versuch erstreckte sich auf Gasöle, die durch Zusätze von O.P.-Wachs künstlich zähflüssig gemacht wurden.

Vergleiche folgende Tabelle :

	Flashpunkt	Brennpunkt	Stockpunkt
Gasöl 878	92° C	107° C	- 39° C
Gasöl 878 + 8 Gew.% O.P.Wachs	101° C	115° C	+ 34° C

Das eingedickte Gasöl, hatte durch Vorwärmung auf etwa 50° verflüssigt werden können. Es wurde jedoch gefunden, daß dieser salbenartige Kraftstoff von dem Einspritzsystem verarbeitet werden konnte, wenn er der Pumpe zgedrückt wurde. Die Versuchsordnung ist auf Blatt 3 dargestellt. Der Kraftstoff wurde hier mit Druckluft von 2-4 atü aus einem Druckgefäß der Pumpe zgedrückt.

Eine Vorwärmung des Treibstoffes und eine Beheizung der Brennstoffleitungen fand nicht statt. Als Motorkühlmittel wurde, abweichend von den anderen Versuchen, Wasser verwendet und der Dieselmotor mit einer Austrittstemperatur von etwa  $70 - 80^{\circ}$  gefahren (vergl. Schaublatt 3).

Bei dem Versuch ergeben sich keine Schwierigkeiten, Leistung und Verbrauch waren befriedigend.

d) TZ 900 ohne Vorwärmung .  
-----

Der gleiche Versuch mit TZ 900 hatte ein negatives Ergebnis, da der Treibstoff nicht zündete. Wie man beim Prüfen des ausgebauten Einspritzventils leicht feststellen konnte, fehlte die zur Zündung erforderliche feine Zerstäubung vollkommen.

Es besteht noch eine Möglichkeit, TZ 900 Produkte ohne starke Vorwärmung im Dieselmotor einzuspritzen. Setzt man nämlich dem TZ 900 Paraffin zu, so wirkt dies oberhalb seines Schmelzpunktes verdünnend auf das TZ 900, sodass ein derartiges Gemisch bei Vorwärmung auf nur  $50^{\circ}$  eingespritzt werden kann. TZ 900 mit einer Zähigkeit von  $90 \frac{3^{\circ}}{100^{\circ}}$  konnte durch Zusatz von 20 % Paraffin auf  $11^{\circ} \frac{3}{100^{\circ}}$  verdünnt werden. Nähere Versuche wurden noch nicht angestellt.

Versuchsergebnisse am Wagen.

Aufgrund der mit Vorwärmung günstig verlaufenen Versuche mit TZ 900 und Paraffin wurde ein 2t-Lastwagen mit 4-Zyl. Daimler-Benz-Vorkammermotor auf den Betrieb mit TZ 900 und Paraffin umgestellt.

Der Dieselmotor wurde auf Heißkühlung unter Verwendung von Aethylen-Glykol umgebaut. Das auftretende heiße Aethylen-Glykol wurde wiederum zur Beheizung der Brennstoffleitungen verwendet. Die eigentliche Treibstoffvorwärmung erfolgte durch Abgase. Zu diesem Zweck wurden die Abgase zunächst durch einen Vorwärmer und dann durch den Brennstofftank vorgewärmt, eine Zubringerpumpe nach Art einer Zahnradpumpe drückt dann den Treibstoff durch den Vorwärmer und die beheizten Brennstoffleitungen zur Einspritzpumpe. Die Abgase konnten, entsprechend der verlangten Vorwärmung, durch den Vorwärmer und heizbaren Behälter oder ins Freie über einen zusätzlich eingebauten Schalldämpfer geführt werden. Zwecks Messung der Abgastemperaturen waren zwischen Motor und Vorwärmer, zwischen Vorwärmer und Brennstofftank und schließlich hinter dem Brennstofftank, Thermolemente eingebaut. Gleichzeitig wurden die Temperaturen des TZ 900 bzw. Paraffin am Ausgang des Behälters und Vorwärmers gemessen, um die Vorwärmung überwachen und genau regeln zu können. Die Meßinstrumente für die Temperaturanzeigen waren im Führerhaus aufgehängt. Angefahren wurde der Motor mit Gasöl. Nach dem die erforderlichen Vorwärmtemperaturen erreicht waren, wurde auf den Versuchstreibstoff mittels Dreiwaghehn umgeschaltet. Die Zubringerpumpe zwischen Vorwärmer und Vorratsbehälter wurde durch Keilriemen von der Kurdanwelle aus angetrieben, lief also nur bei eingeschaltetem Gang mit (vergl. Schaublatt 4).

Um einen Überblick über den möglichen Grad der Erwärmung des Treibstoffes zu erhalten, gingen den eigentlichen Fahrversuchen solche auf dem Rollprüfstand voraus. Der Motor

wurde bei 60 km/h bis zum Füllungsbegrenzungs-Anschlag der Brennstoffpumpe belastet. Die elektrische Scheitteleistung betrug dabei 25 KW, die Geschwindigkeit wurde dann auf 45 km/h und 30 km/h erniedrigt. Die Versuche wurden im IV. Gang durchgeführt. Gemessen wurden die Abgas- und Vorwärmtemperaturen; der Wagen war nicht belastet. Die Werte sind in folgender Tabelle zusammengestellt (siehe auch Schaubild 5).

	Geschwindigkeiten		
	60 km/h	45 km/h	30 km/h
Abgastemperatur °C vorder Motor	397,0	291	215
Abgastemperatur °C hinter Vorwärmer	248	166	126
Abgastemperatur hint. Treibstoff-Tank	146	105	76
Treibstofftemperatur °C hinter Vorwärmer	130	97	78
Treibstofftemperatur °C hinter Treibstoff-Tank	105	77	73
Gegendruck in at	0,2	0	0
Belastung am Roll- prüfstand in KW	25	18,5	12,5

Der Lastwagen wurde bei den Fahrversuchen abwechselnd mit Paraffin, TZ 900 und Gasöl betrieben. Verbrauchsmessungen wurden nur bei TZ 900 und Gasöl durchgeführt.

Bei Paraffin war einwandfreier Betrieb möglich, sofern die Vorwärmung einwandfrei arbeitete. War das Paraffin jedoch in den Leitungen, in der Pumpe, oder in den Düsen fest ge-

worden, so war es sehr umständlich und zeitraubend, diese wieder sauber zu bekommen. Danach ist also Paraffin weniger für den Fahrbetrieb geeignet als TZ 900 und Gasöl.

Die Vergleichsmessungen zwischen Gasöl und TZ 900 wurden auf der Reichsautobahn Mannheim-Heidelberg bei drei Geschwindigkeiten durchgeführt, und zwar für 30, 45 und 60 km/h. Die Witterung war bei den Messfahrten 30 und 60 km/h trocken und warm, bei 45 km/h dagegen ziemlich nasskalt. Der Versuchstreibstoff TZ 900 wurde während der Anfahrt von Oppau zur Reichsautobahn, in welcher Zeit der Motor mit Gasöl betrieben wurde, durch die Abgase genügend vorgewärmt, sodaß die Meßfahrt ohne Verzug beginnen konnte. Der Verbrauch wurde durch Messen des Treibstoffstandes im Behälter zu Beginn und am Ende der Versuchsfahrt bestimmt. Die Versuchsergebnisse sind in folgender Tabelle zusammengestellt :

	Geschw. km/h	Verbrauch ltr/100km	Abgastemp. °C	Temp. d. vor- gewärmt. TZ 900	Druck vor Treibstoffpumpe
Gasöl	33	12,0			
	44,5	14,2			
	60	15,7			
TZ 900	30	14	185-84-42	24-22	4,4
	44	12,8	291-166-84	74-40	> 5
	60	14,4	334-207-105	96-48	> 4,5

Die Abgastemperatur wurde am Ende der Versuche an den auf Blatt 5 angegebenen Me. stellen bestimmt. Die Geschwindigkeit wurde gestoppt und nicht am Tachometer abgelesen.

Zu den Versuchsmessungen ist noch folgendes zu sagen .

Bei den Geschwindigkeiten 45 und 60 km/h liegen die Verbräuche bei TZ 900 etwa 8 - 10 % niedriger, dagegen bei 30 km/h Geschwindigkeit um 17 % höher. Bei den beiden höheren Geschwindigkeiten ergaben also Gasöl und TZ 900 keine wesentlichen Unterschiede, erst bei einer kleineren Geschwindigkeit von 30 km/h erhöht sich der Verbrauch bei TZ 900, was in der Hauptsache wohl auf die niedrigere Vorwärmung und die damit verbundenen schlechten Einspritz- und Zündigenschaften des TZ 900 zurückzuführen ist. Zu der Versuchsfahrt auf der Reichsautobahn kamen Prüfungen hinsichtlich des Verhaltens von TZ 900 bei oftmaligem Belastungswechsel des Motors, wie er beim Schalten im Stadtverkehr auftritt. Die Erprobungen verliefen, wie zu erwarten, ohne besondere Schwierigkeiten.

Abschließend lässt sich über den Betrieb mit zähflüssigen und festen Treibstoffen im Fahrzeug-Dieselmotor sagen, daß sich zähflüssige Treibstoffe sehr gut verwenden lassen, falls die Vorwärmung soweit getrieben wird, daß die Einspritz- und Zündigenschaften an die von Gasöl herankommen. Feste Treibstoffe machen infolge zu schnellen Wiedererstarrens durch Verstopfung der Treibstoffeinführungsteile Schwierigkeiten, die damit verbundenen Störungen sind schwer zu beseitigen.

Anlage: 3 Skizzen,  
2 Diagrammblätter.

gez. Witschakowski  
*Pawig*

T.A. / V.

Techn. Prüfstan. x 20. 400  
2. Stufe I

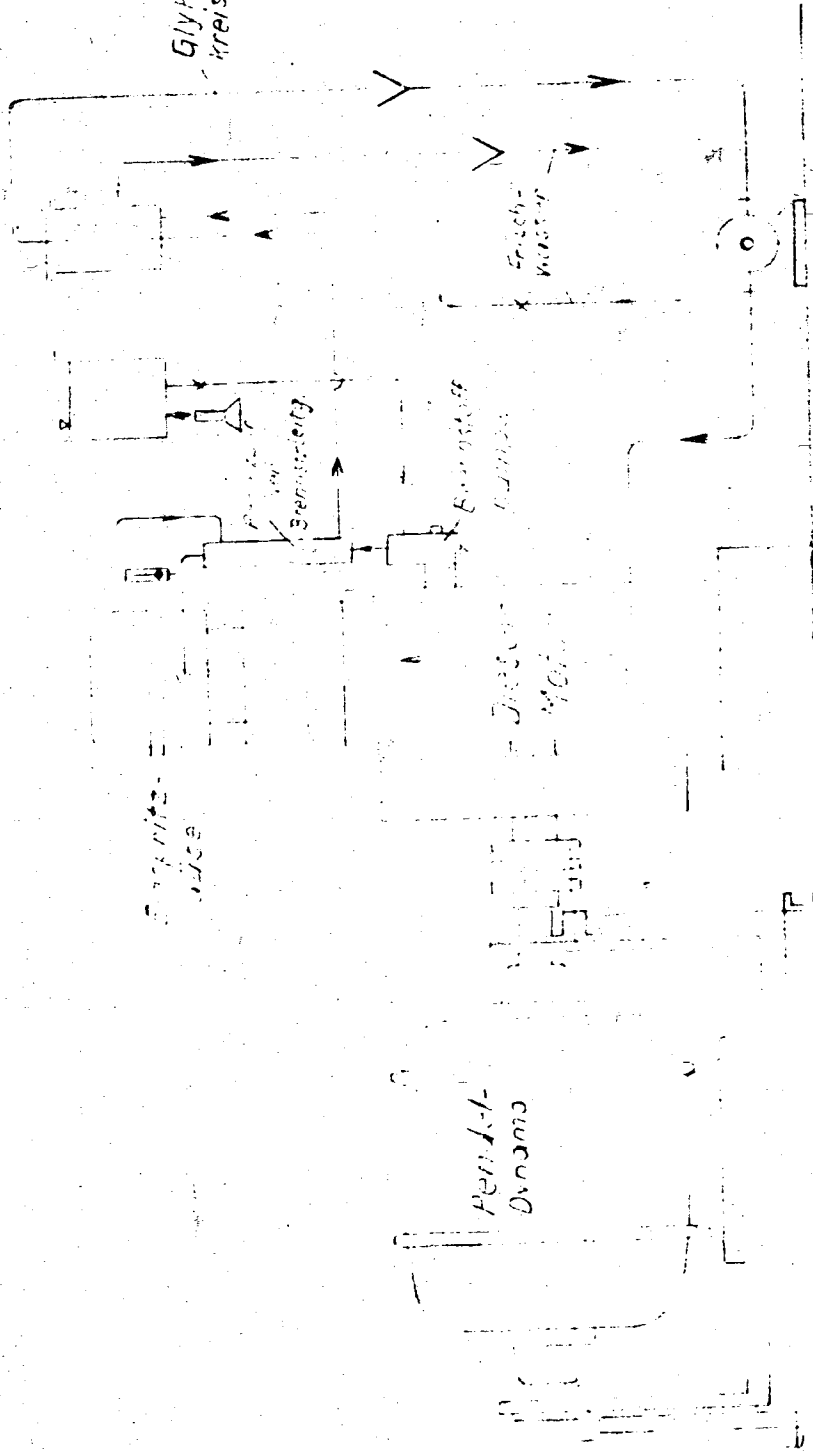
Aufbau der Heizungsanlage  
unter Verwendung von  
Dämmen Glykol

Brennstoff  
Leistung

Glykol-  
Kreislauf

Glykol-  
Kreislauf

Perid-  
Dynamo



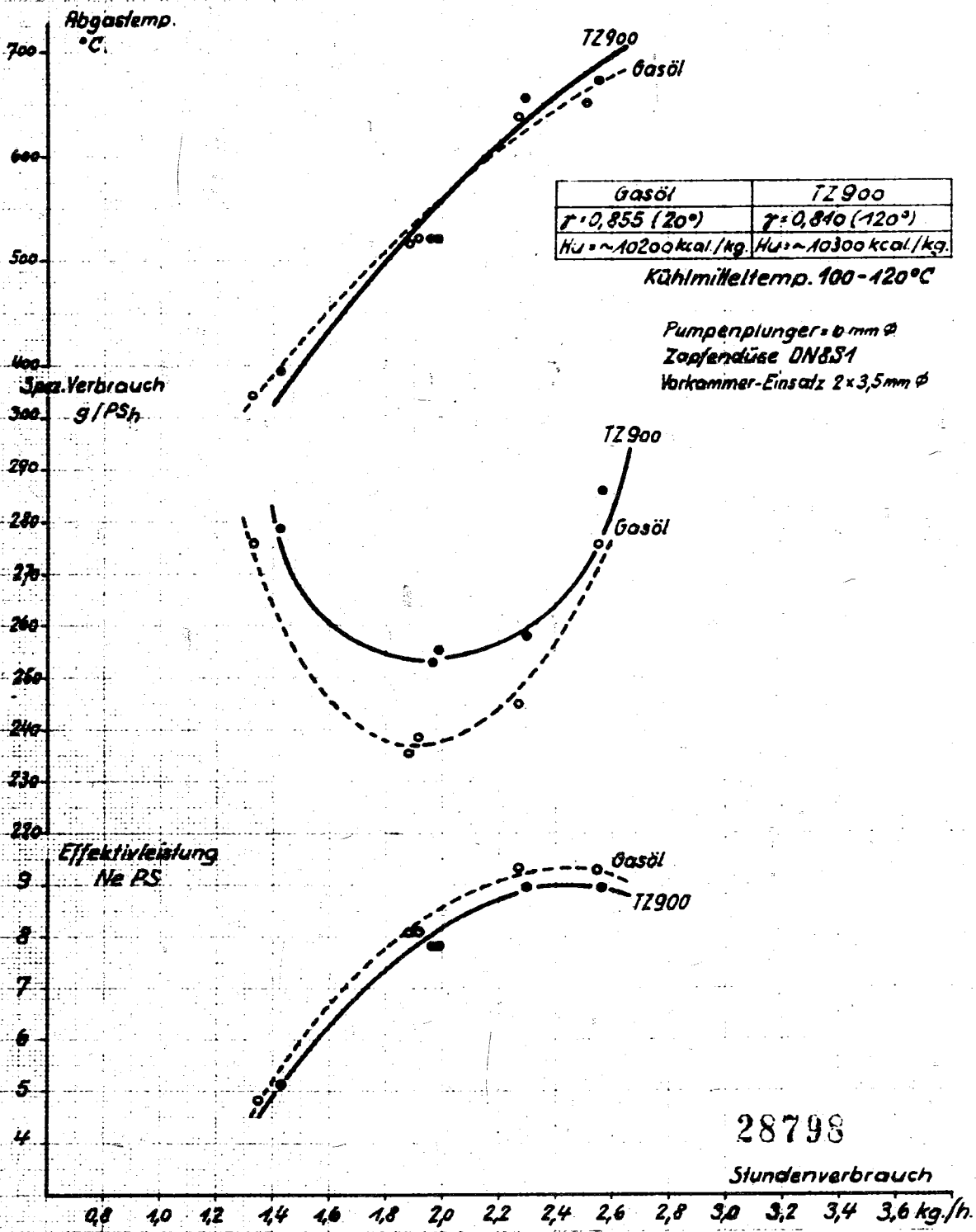
28737



Vergleichsmessungen am MWM Vorkammer -

Dieselmotor

mit Gasöl und TZ 900



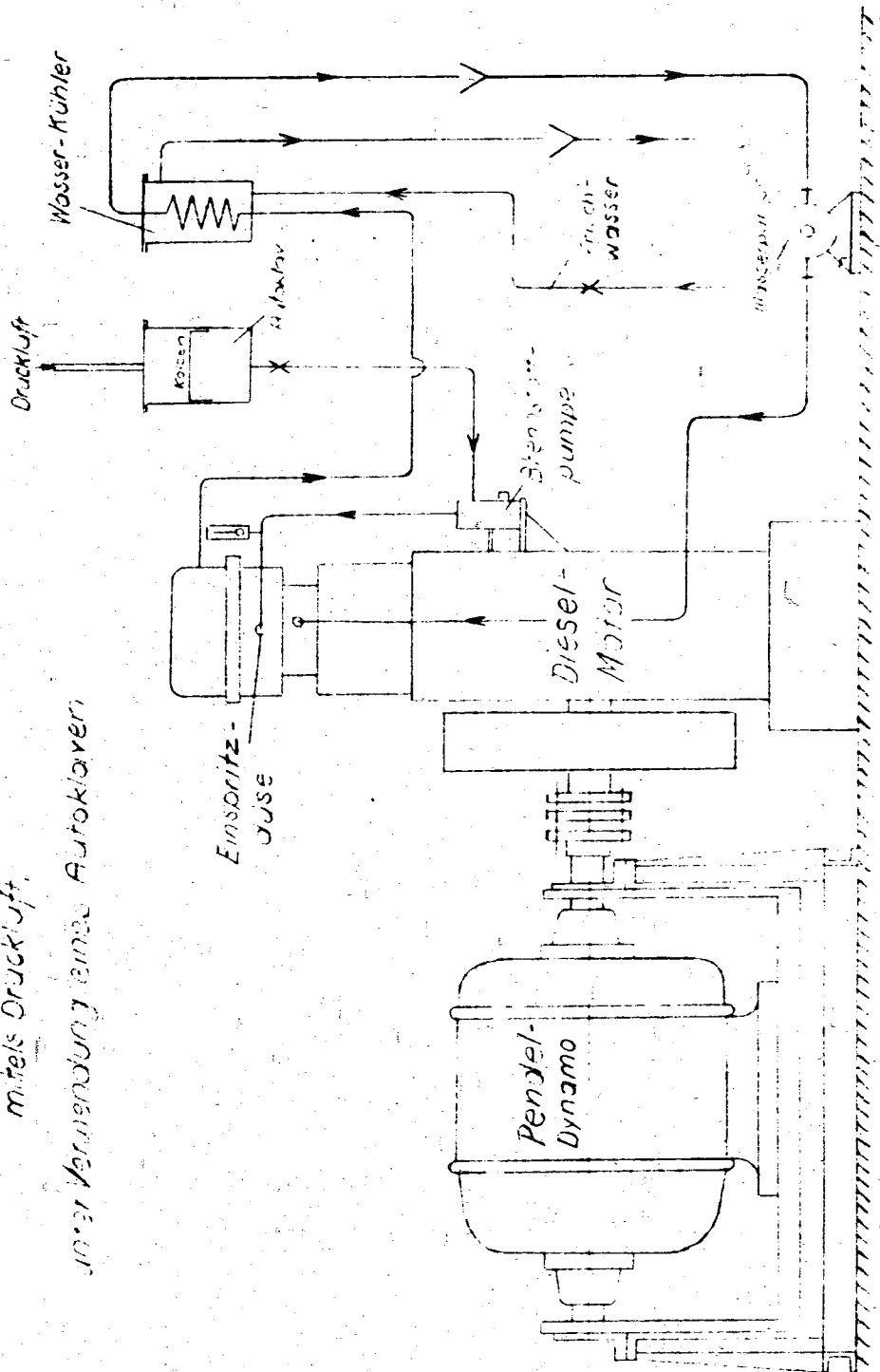
28798

Stundenverbrauch

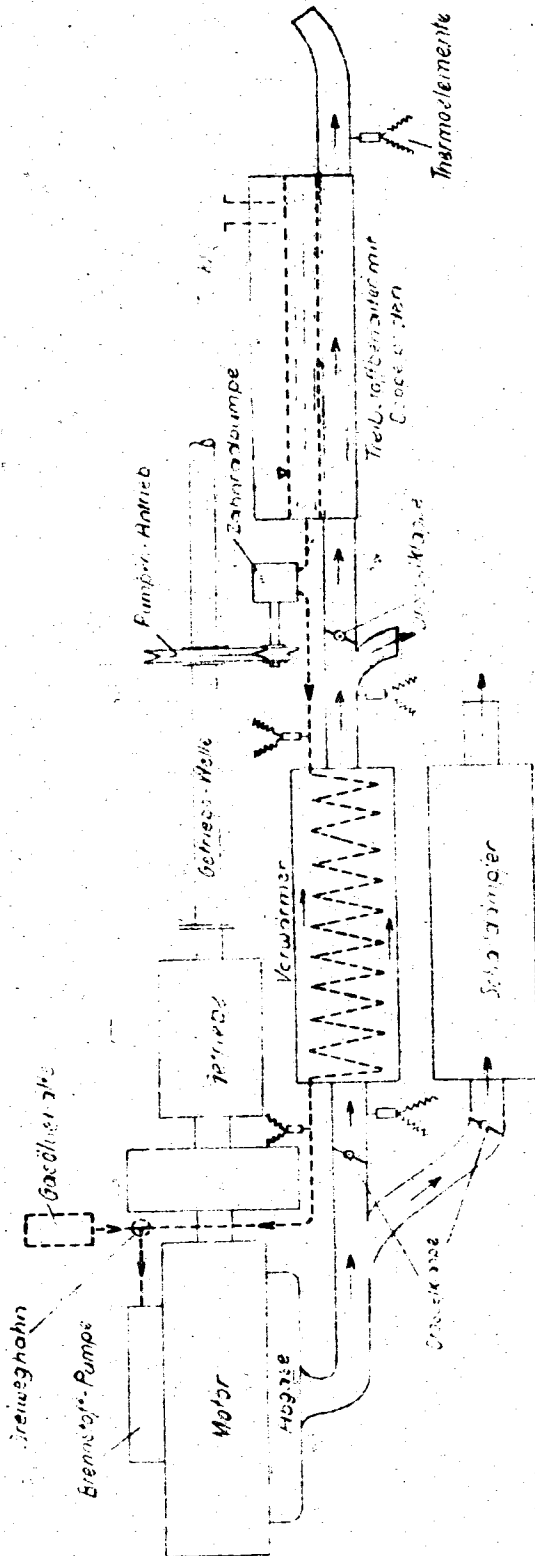
0,8 1,0 1,2 1,4 1,6 1,8 2,0 2,2 2,4 2,6 2,8 3,0 3,2 3,4 3,6 kg/h.

Zum Bericht Nr. 336 v. 11.8.37. TLD. 1578.

Aufbau der Treibluftzuführung zur Pumpe  
mit Verwendung eines Autoklaven  
mittels Druckluft



28799



Abgasbeheizte Vakuum-Anlage zur 10-D-Äther-Benzol-Fraktionierung

mit 100 PS im Vakuum - Motor 75 MW 59

Ver 50 PS bei 2500 U/min

200 x 170 x 100 mm

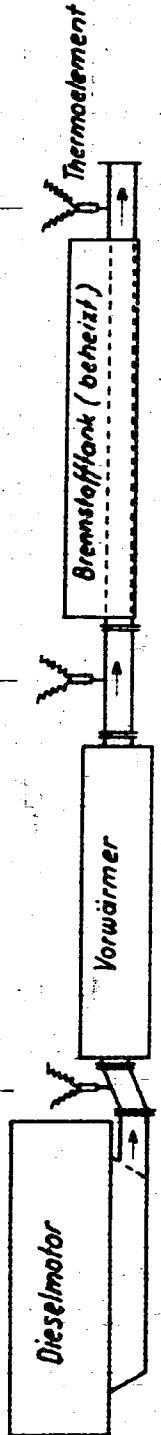
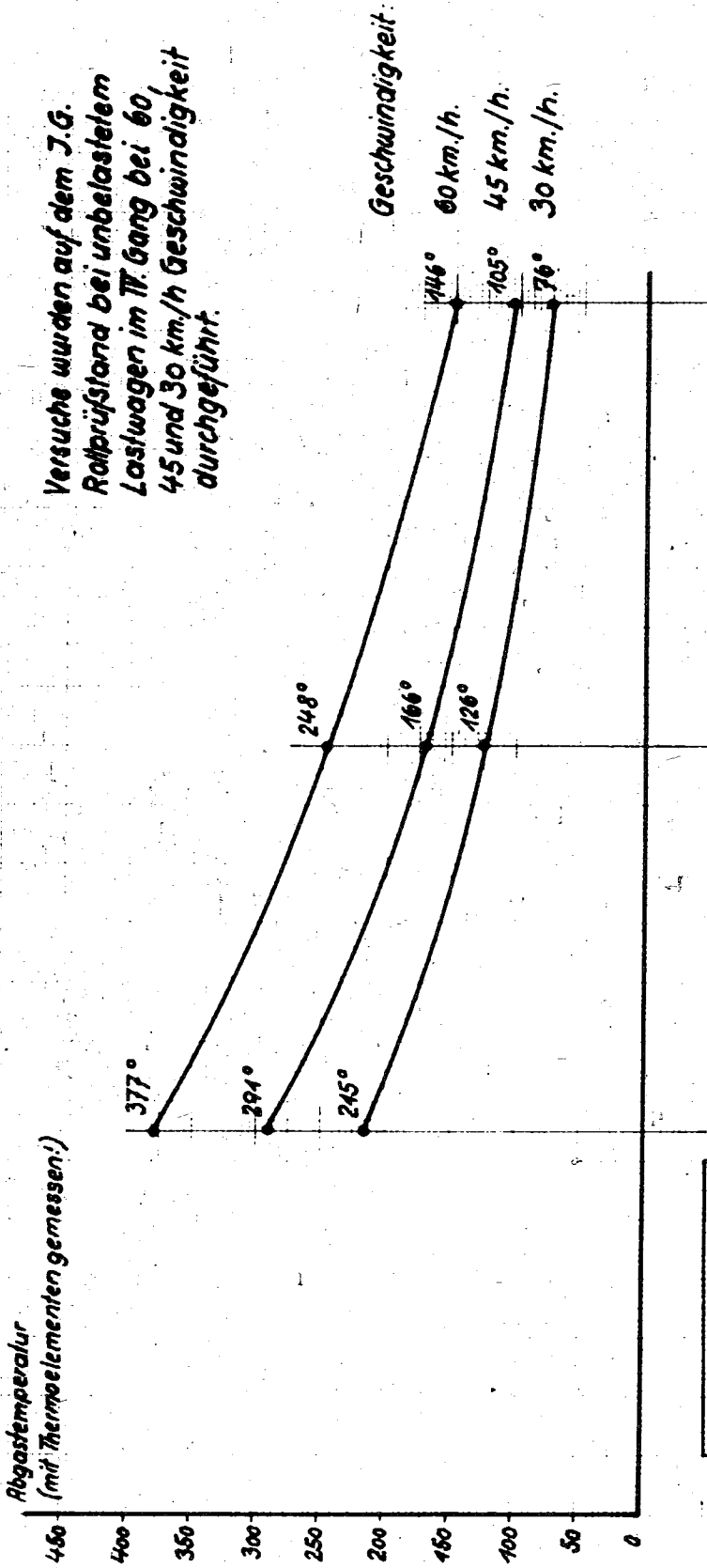
110 - 120

Die Anlage ist eine Hochvakuum-Anlage zur 10-D-Äther-Benzol-Fraktionierung  
 von 100 PS im Vakuum - Motor 75 MW 59  
 Die Anlage ist mit dem Typkennzeichen 110-120 beschriftet.

28800

# Verlauf der Abgastemperaturen am 2to. Daimler-Benz Lastwagen mit Treibstoff-Vorwärmung

Versuche wurden auf dem J.G. Rotprüfstand bei unbelastetem Lastwagen im III. Gang bei 60, 45 und 30 km/h Geschwindigkeit durchgeführt.



28801