

Inhalt: Umstellung eines Daimler-Benz-Dieselmotors, Mönster M 59, auf Vergaserbetrieb mit Methanol

Technischer Prüfstand.

Nr. 317.

Fach 14

Bericht von Dipl.-Ing. Haldinger
vom 16. November 1936.

I-62

Gesehen von der Direktion

Zur Kenntnis an:

Empfänger	Ein-gang	Weiter	Unterschrift
28551			

B e r i c h t

über die

Umstellung eines Daimler-Benz-Dieselmotors, Muster OM 59,
auf Vergaserbetrieb mit Methanol.

Zusammenfassung:

Für die Umstellung des Motors wurden bei einer Verdichtung 1:10,8 Versuche mit 3 Ansaugrohren von 28,32 und 36 mm lichter Weite durchgeführt. Das 36 mm weite Ansaugrohr ergab mit dem Lufttrichter 24 und der Hauptdüse 140 den absolut günstigsten Wärmeverbrauch von 1780 kcal/BSH bei $n = 1500$ U/min. Der Heizwert des Methanols wurde mit 4650 kcal/kg eingesetzt. Es wurden dann Versuche bei ganz geöffneter Vergaserdrossel und verschiedenen Drehzahlen einmal mit Lufttrichter 24, Düse 140, das andere Mal mit Lufttrichter 25, Düse 150, gemacht. Der Verlauf des mittleren Arbeitsdruckes und des spezifischen Verbrauches ist bei dem Lufttrichter 24 in den Drehzahlen unter 1500 U/min wesentlich günstiger als bei dem Lufttrichter 25, wo sich in dem unteren Drehzahlbereich der Einfluß der schlechten Zerstäubung bemerkbar macht. Die Höchstleistung des Motors bei $n = 2000$ U/min war bei dem Lufttrichter 24, Düse 140, $N_e = 61$ PS ($p_{me} = 7,5$ kg/cm²), bei dem Lufttrichter 25, Düse 150, $N_e = 65$ PS ($p_{me} = 8,0$ kg/cm²). Es wurden dann mit dem Lufttrichter 24, Düse 140, Teillastkurven bei 5 verschiedenen Drehzahlen aufgenommen.

Zum Vergleich sind noch Versuche mit Benzol durchgeführt worden. Es wurde mit dem Lufttrichter 24

eine Meßreihe mit verschiedenen Düsen und geöffneter Vergaserdrossel,

eine zweite Meßreihe mit der Hauptdüse 95 bei verschiedenen Drehzahlen und geöffneter Vergaserdrossel und

eine dritte Meßreihe bei verschiedenen Belastungen des Motors bei jeweils gleicher Drehzahl

aufgenommen. Bei Vollast macht sich der Einfluß der schlechten Zerstäubung des Methanols bei Drehzahlen unter 1250 U/min zuerst langsam, dann stärker bemerkbar. Der günstigste Wärmeverbrauch ist bei Methanol um ungefähr 10 % günstiger als bei Benzol. Der spezifische Wärmeverbrauch liegt bei Methanol-Betrieb im oberen Drehzahlbereich von 2000-1250 U/min und bei den Teillasten bis herunter zu $\frac{1}{4}$ Last wesentlich günstiger als bei Benzol.

Es wurden dann bei verschiedenen Drehzahlen und geöffneter Vergaserdrossel die beste Zündstellung für Methanol und Benzol ermittelt. Die Kurven zeigen eine Verschiebung um 2-3 so daß eine gewöhnliche Regelvorrichtung eingebaut werden kann.

Der verwendete Solex-Pallstromvergaser, Type 35 JP, reichte für die großen Durchflusmengen auch bei Methanol aus

Zweck der Versuche:

Es soll ein Daimler-Benz-Dieselmotor, Muster OM 59, auf Vergaserbetrieb mit Methanol umgestellt werden. Da der Motor später für Fahrversuche in einen Lastkraftwagen eingebaut werden soll, darf die mit Methanol erreichbare Höchstleistung des Motors nicht wesentlich über der Leistung des ursprünglichen Dieselmotors von 55 PS liegen, damit die Triebwerksteile nicht höher beansprucht werden.

Versuchsdurchführung:

Zwischen dem normalen Zylinderblock und dem normalen Kopf wurde eine 6 mm starke Platte eingebaut, so daß die Verdichtungsrate bei allen Versuchen 1:10,8 betrug.

Der Motor wurde mit Batteriezündung ausgerüstet. Die Einspritzpumpe wurde abgenommen und ein Verteilerkopf mit verstellbarer Zündung angebaut. Zur Verwendung kamen Bosch-Kerzen Muster W 240 T 1. Der Motor wurde mit einer Wasserwirbelbremse abgebremst.

Wie aus Blatt 1 hervorgeht, war anstelle des Vorkammer-einsatzes für den Dieselmotor lediglich eine Hülse eingesetzt die eng an dem Zylinderkopf anliegt und in welche die Zündkerze mit einer langen, gut isolierten Kabelausführung eingeschraubt wird. Bei dieser Anordnung zeigte sich, daß der Wärmeübergang von der Kerze zum Kühlwasser schlecht war und die Kerze deshalb zu heiß wurde.

Blatt 2 zeigt eine andere Hülse, bei welcher der Kühlmantel so weit als möglich bis zum Kerzensitz heruntergezogen

gen wurde. Damit konnten die Kerzenschwierigkeiten behoben werden, ohne bauliche Veränderungen am Kopf vorzunehmen.

Für die Durchführung der Versuche wurden 3 Ansaugrohre mit 28, 32 und 36 mm l. W. entwickelt. Blatt 3 zeigt den Fallstrom-Vergaser und das 36 mm weite Ansaugrohr. Bei den Versuchen stellte sich heraus, daß die Drosselung im 28 mm weiten Ansaugrohr selbst bei großen Lufttrichtern schlechte Füllung ergab. Die Leistung des Motors war schlecht und der Motor lief unregelmäßig, so daß dieses Ansaugrohr für weitere Versuche ausscheiden musste.

Versuchsergebnisse:

1. Versuche mit dem 32 mm weiten Ansaugrohr.

Es wurden die Lufttrichter 24, 25 und 26 mm in den Fallstrom-Vergaser eingebaut und damit jeweils Versuche mit verschiedenen Düsen bei konstanter Drehzahl $n = 1500$ U/min durchgeführt. In Blatt 4 sind die Versuchsergebnisse dargestellt. Über dem stündlichen Wärmeverbrauch in kcal/h ist für die verschiedenen Lufttrichter der spezifische Wärmeverbrauch in kcal/PSch und der mittlere Arbeitsdruck in kg/cm^2 aufgetragen. Die Kurven zeigen im allgemeinen den normalen Verlauf der Düsenkurven. In dem Teil der mageren Einstellung ist ein steiler Anstieg der Verbrauchskurve und ein rasches Abfallen des mittleren Arbeitsdruckes festzustellen. Dies dürfte auf die schlechte Gemischbildung zurückzuführen sein. Vergleicht man die Kurven der beiden Lufttrichter 24 und 25, so zeigt sich, daß beim Trichter 25 die gesamte Drosselung

in der Ansaugleitung abnimmt. Die dadurch bedingte bessere Füllung ergibt höhere Leistung und günstigeren Verbrauch. Bei dem Lufttrichter 26 ist die Füllung zwar noch besser, doch der Einfluß der schlechten Zerstäubung an der Kraftstoffdüse infolge des weiten Lufttrichters macht sich stark bemerkbar, die Leistung und der Verbrauch werden nicht günstiger, sondern sogar etwas schlechter. Erst bei ganz fetter Einstellung ergibt der Lufttrichter 26 ungefähr die gleiche Leistung wie Lufttrichter 25. Der absolut günstigste Wärmeverbrauch wurde bei diesem Ansaugrohr mit dem Lufttrichter 25, Düse 170, erreicht und ist mit ungefähr 1900 koal/PSeh für Methmol noch nicht besonders günstig. Des-halb wurde eine neue Ansaugleitung mit 36 mm l.W. entwickelt.

2. Versuche mit dem 36 mm weiten Ansaugrohr.

Es wurden wieder Versuche mit verschiedenen Düsen jeweils mit den Lufttrichtern 23, 24, 25 und 26 mm bei konstanter Drehzahl $n = 1500$ U/min durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Blatt 5 und 6 aufgezeichnet. Auf Blatt 6 ist der Verlauf des spezifischen Wärmeverbrauches der beiden Lufttrichter 23 und 24 von Blatt 5 übernommen. Es zeigt sich auch hier, wie im Bereich der mageren Einstellung die Zerstäubung des Kraftstoffes mit größer werdendem Lufttrichter schlechter und der Wärmeverbrauch immer ungünstiger wird, während sich im Bereich der fetten Einstellung dieser Einfluß nicht bemerkbar macht. Der Lufttrichter 23 ergibt wegen der schlechten Füllung, die durch die Drosselung bedingt ist, eine geringe Leistung und damit auch einen schlechten Verbrauch. Der Lufttrichter 24 hat

bei der Düse 140 mit 1780 kcal/PSch den absolut günstigsten Wärmeverbrauch, wobei ein thermischer Wirkungsgrad von $\eta_{th} = 35,6$ erreicht wird. Eine Vergrößerung des Lufttrichters auf 25 und 26 mm ergibt keinen besseren spezifischen Verbrauch doch macht sich der Einfluß der Zerstäubung bei beiden Trichtern in Bereich der mageren Einstellung durch geringe Leistung und hohen Verbrauch stark bemerkbar. Bei fetter Einstellung fällt die Leistung bei den weiten Lufttrichtern nicht so stark ab wie bei den engen. Der Verbrauch ist deshalb in diesem Bereich bei den Lufttrichtern 25 und 26 besser als bei den Lufttrichter 24 oder 23.

3. Versuche bei verschiedenen Drehzahlen.

Nachdem sich bei den vorhergehenden Versuchen gezeigt hatte, daß das 36 mm weite Ansaugrohr den günstigsten spezifischen Verbrauch ergibt, wurden mit den Lufttrichtern 24 Düse 140, und Lufttrichter 25, Düse 150, Versuche bei verschiedenen Drehzahlen durchgeführt. Die Vergaserdrossel wurde jeweils ganz geöffnet und die Leistung, die Drehzahl und der Kraftstoffverbrauch gemessen. Unter 800 U/min konnten keine Messungen mehr gemacht werden, da die Wasserwirbelbremse das Moment der Maschine nicht mehr aufnehmen konnte. Die Ergebnisse dieser beiden Versuchsreihen sind in Blatt 7 dargestellt.

Es ist über der Drehzahl in U/min jeweils die Leistung in PS, der mittlere Arbeitsdruck in kg/cm^2 , der stündliche Kraftstoffverbrauch in kcal/h und der spezifische Wärmeverbrauch in kcal/PSch aufgetragen. Der Lufttrichter 24 ergab bei 2000 U/min eine Höchstleistung von 61 PS. Bei den Luft-

trichter 25 beträgt die Höchstleistung wegen der besseren Füllung 65 PS. Die Kurve des mittleren Arbeitsdruckes zeigt beim Lufttrichter 24, Düse 140, mit abnehmender Drehzahl einen ansteigenden Verlauf bis zu 1200 Umdrehungen, um dann langsam zu fallen. Der Verlauf des mittleren Arbeitsdruckes beim Trichter 25 ist nicht mehr so gut, da mit fallender Drehzahl der größte Arbeitsdruck schon bei 1500 U/min erreicht wird. Die Abnahme des mittleren Arbeitsdruckes im unteren Drehzahlbereich ist auf die schlechte Zerstäubung zurückzuführen. Diese ist bei weitem Lufttrichter schlechter, deshalb liegt die Leistung beim Lufttrichter 25 bei Drehzahlen unter 1400 unter der Leistung beim Trichter 24. Im oberen Drehzahlbereich liegt dagegen bei weiterem Trichter wegen der besseren Füllung die Leistungskurve über der des engen Lufttrichters. Der Einfluß der besseren Füllung ist jedoch nicht so stark, daß die schlechtere Zerstäubung wieder wettgemacht wird, denn der spezifische Wärmeverbrauch ist bei dem Lufttrichter 24 über den ganzen Drehzahlbereich besser als beim Trichter 25.

Der Verlauf des spezifischen Wärmeverbrauches ist günstig, da diese Kurve ziemlich flach verläuft und beim Trichter 24 von 1800 kcal/PSch bei 2000 U/min erst auf 2000 kcal/PSch bei 800 U/min ansteigt.

4. Teillastkurven mit Lufttrichter 24, Düse 140.

Alle Versuche zeigen den starken Einfluß, den die Zerstäubung des Kraftstoffes auf die Leistung und damit auch auf den Wärmeverbrauch ausübt. Die Zerstäubung des Kraftstoff-

tes ist, wie auch die obigen Versuche zeigen, besonders schlecht im unteren Drehzahlbereich. Die Versuche bei Teillasten sollen die Frage klären, wie stark sich die Drosselung des Motors auf die Zerstäubung und damit auf den Verbrauch bei Methanol auswirkt. Es wurden bei 5 Drehzahlen ($n = 2000, 1750, 1500, 1250$ und 1000 U/min) die Teillasten und der jeweilige Kraftstoffverbrauch gemessen. In Blatt 8 sind die 5 verschiedenen Teillastkurven aufgezeichnet. Das Ergebnis dieser Versuchsreihe wird später bei den Teillastkurven mit Benzol besprochen.

5. Versuche mit Benzol als Motorkraftstoff.

Um einen Vergleich zwischen Methanol und einem anderen Kraftstoff zu haben, wurden noch Versuche mit Benzol durchgeführt. Bei diesen Versuchen wurde an der Maschine nicht geändert. In den Vergaser war immer der gleiche Lufttrichter von 24 mm \varnothing eingesetzt.

a) Versuche mit verschiedenen Düsen.

Blatt 9 zeigt die Düsenkurve für Benzol. Die Kurve für Methanol wurde von Blatt 5 übertragen. Der günstigste Wärmeverbrauch beträgt bei Benzol mit der Hauptdüse 95 rund 1000 kcal/PSch, der damit um 10 % schlechter ist als der Verbrauch bei Methanol. Bei dieser wirtschaftlichen Einstellung ist die Leistung um rd. 4 % höher. Die höchsterreichbare Leistung liegt bei Methanol um rd. 8 % höher als bei Benzol.

b) Versuche bei verschiedenen Drehzahlen.

Es wurde bei verschiedenen Drehzahlen die Vergaserdrossel ganz geöffnet und jeweils Leistung und Verbrauch bei der

Hauptdüse 95 gemessen. In Blatt 10 ist über der Drehzahl die Leistung in PS, der mittlere Arbeitsdruck in kg/cm^2 , der stündliche Kraftstoffverbrauch in kgal/h und der spezifische Wärmeverbrauch in kcal/PSch für Benzol und zum Vergleich aus Blatt 7 auch für Methanol aufgetragen. Der Verlauf der Vollastkurve für Methanol zeigt hier gegenüber Benzol im tiefen Drehzahlbereich deutlich den Einfluß der schlechten Zerstäubung. Die Kurve des mittleren Arbeitsdruckes verläuft bei Benzol bis zu Drehzahlen unter 800 U/min ansteigend, während der mittlere Arbeitsdruck bei Methanol von 1200 U/min mit abnehmender Drehzahl langsam abnimmt.

c) Versuche mit Teillasten.

Bei Teillasten steigt beim Vergasermotor der spezifische Wärmeverbrauch im Gegensatz zum Dieselmotor stark an. Wenn die Drosselklappe, entsprechend einer gewissen geringen Belastung des Motors, teilweise geschlossen wird, so wird dadurch die Ansaugluft gedrosselt, ihr Gewicht pro Saughub wird vermindert. Dadurch sinkt auch der Kompressionsenddruck. Die Drossel- oder Mengenregelung bewirkt deshalb, daß die Drücke im Arbeitspaß herabgesetzt werden. Auch nimmt mit steigender Drosselung der Abgasgehalt im Verhältnis zur frischen Ansaugluft zu. Wird ein Vergasermotor mit Methanol betrieben, so kommt noch der Einfluß der etwas schlechteren Gemischbildung hinzu, da wegen der großen Verdampfungswärme des Methanols nur eine geringe Kraftstoffmenge während des Saughubes verdampfen kann. Die Vergleichsversuche mit Benzol sollen diesen Einfluß der Zerstäubung zeigen. Die Teillastkurven wurden deshalb bei

den gleichen Drehzahlen wie die Teillastkurven bei ^{Methanol} ~~Benzol~~ aufgenommen. Die Ergebnisse dieser Versuchsreihen sind in Blatt 11 aufgetragen.

Im Gegensatz dazu wird der Dieselmotor durch Änderung der Güte des Kraftstoff-Luftgemisches geregelt, der spezifische Verbrauch bei Teillasten bleibt unerreichbar günstig.

6. Vergleich des spezifischen Wärmeverbrauches bei Teillasten von Methanol mit Benzol, Blatt 8 und 11.

Blatt 8 zeigt, daß bei Betrieb mit Methanol bei gleicher Teillast der Verbrauch mit der Drehzahl zunimmt, wenn unter 1250 U/min gefahren wird, dagegen ist der Wärmeverbrauch bei Benzol bei allen gemessenen Drehzahlen praktisch gleich.

Trotz des ungünstigen Einflusses der schlechten Zerstäubung ist der Wärmeverbrauch bei Methanol im Bereich von Vollast bis unter $\frac{1}{4}$ Last, von $p_m = 8 \text{ kg/cm}^2$ bis $p_m = 1,5 \text{ kg/cm}^2$ und in dem Drehzahlbereich von 1250-2000 U/min immer günstiger als bei Benzol. Bei kleinerer Drehzahl nimmt der Einfluß der Zerstäubung zuerst langsam, dann stärker zu, der spezifische Wärmeverbrauch bei Methanol wird dann schlechter als bei Benzol.

Verzichtet man auf die Mehrleistung bei Methanol gegenüber Benzol, so wäre auch wohl im tiefen Drehzahlbereich durch Wahl eines engeren Lufttrichters die Gemischbildung besser und Methanol würde bei niedriger Drehzahl einen noch günstigeren Wärmeverbrauch ergeben.

7. Vorzündung bei Methanolbetrieb.

Zum Schluß musste noch festgestellt werden, ob für die Zündverstellung die normalen Fliehkraftregler verwendet werden können. Zu diesem Zweck wurde für Benzol und Methanol bei 5 verschiedenen Drehzahlen ($n = 1000, 1250, 1500, 1750$ und 2000 U/min) die Vorzündung jeweils um 5° verstellt und die Leistung gemessen. Blatt 12 zeigt den Verlauf des mittleren Arbeitsdruckes für Methanol und Benzol bei Änderung der Vorzündung. Für jede Drehzahl ist der Punkt bester Leistung besonders gekennzeichnet. In Abb. 3 des Blattes 12 sind diese Punkte für Benzol und Methanol über der Drehzahl aufgezeichnet. Dadurch erhält man die Kurve der jeweils günstigsten Vorzündung. Benzol braucht im Vergleich zu Methanol im ganzen Drehzahlbereich etwas mehr Vorzündung, etwa 2° . Bei Methanol-Betrieb kann die gleiche Regeleinrichtung wie bei Benzol verwendet werden, sie muß lediglich $\sim 2^\circ$ später eingestellt werden.

12 Anlagen.

Altlinger
14/11

28562

TRV

Lehrprüfungsop. 1900
Blatt No 1

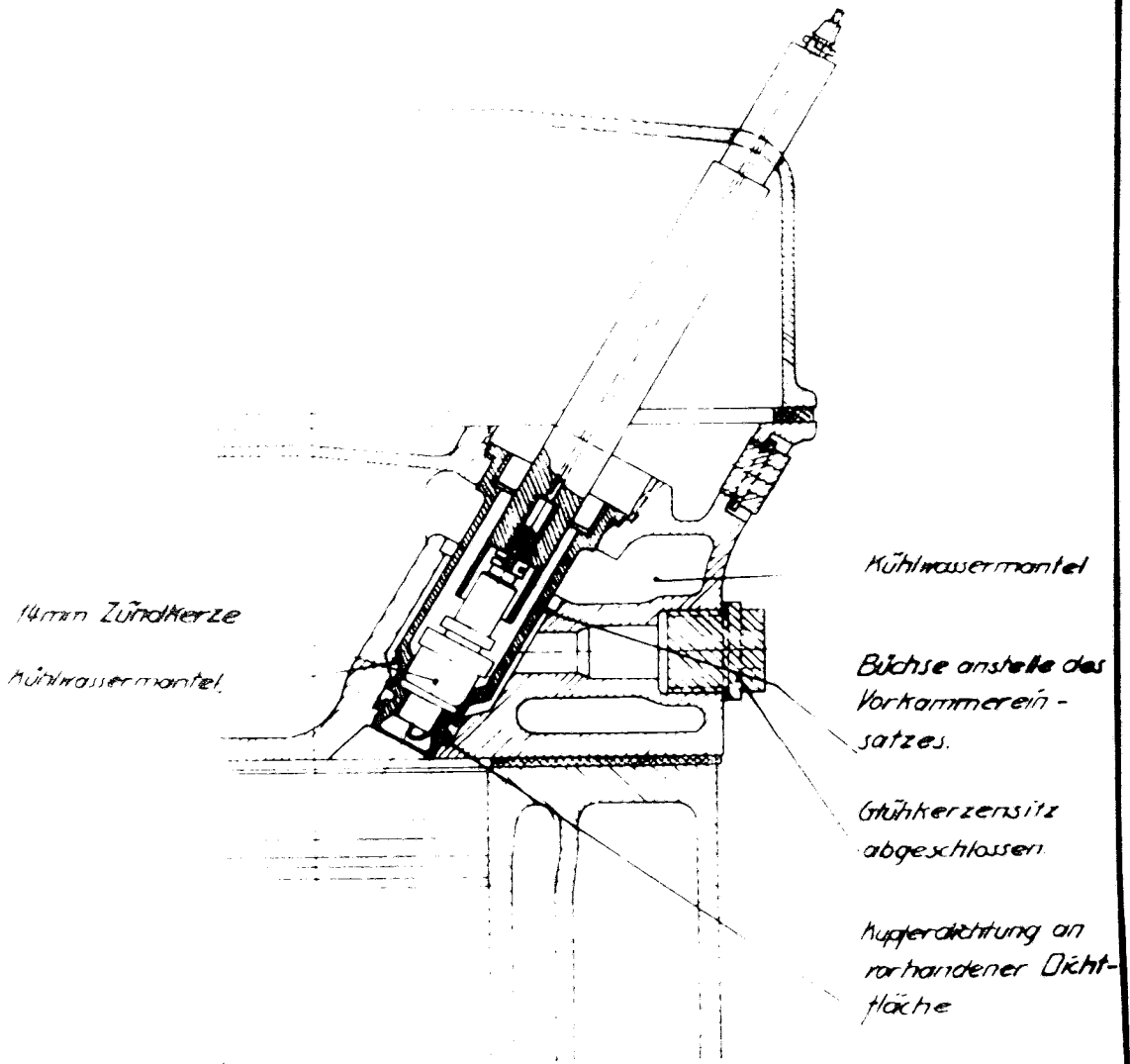
DM 59



[Faint, illegible handwritten text, possibly describing the drawing or providing instructions.]

28563

Umbau des Dieselmotors OM59



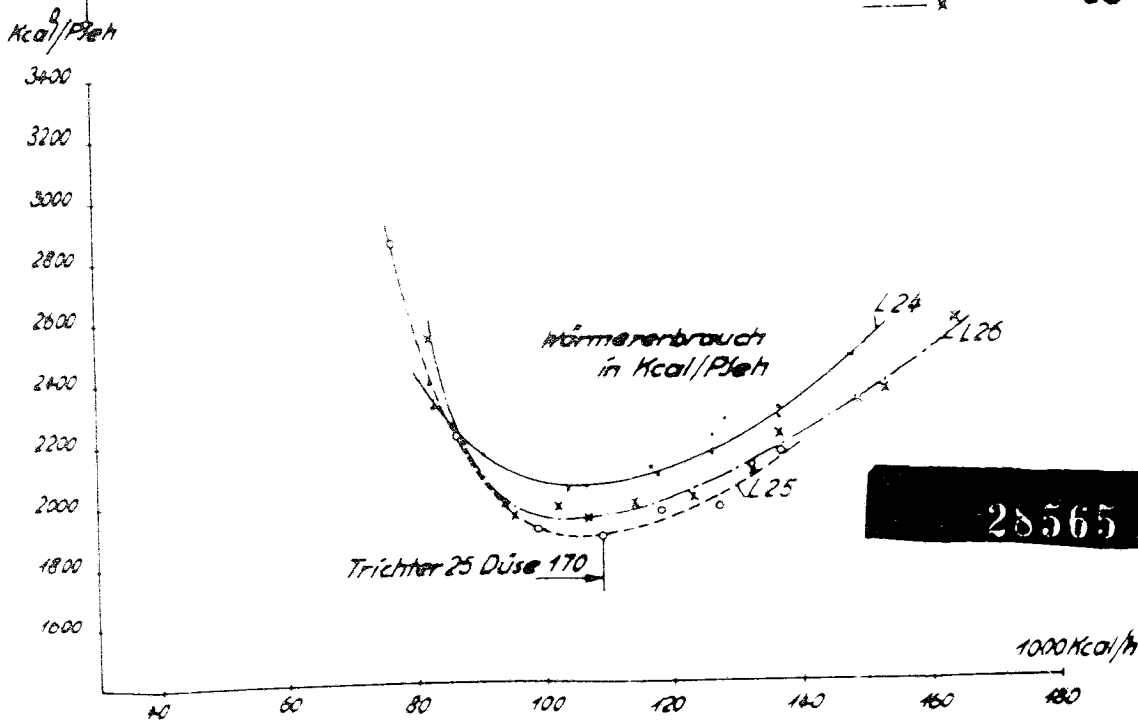
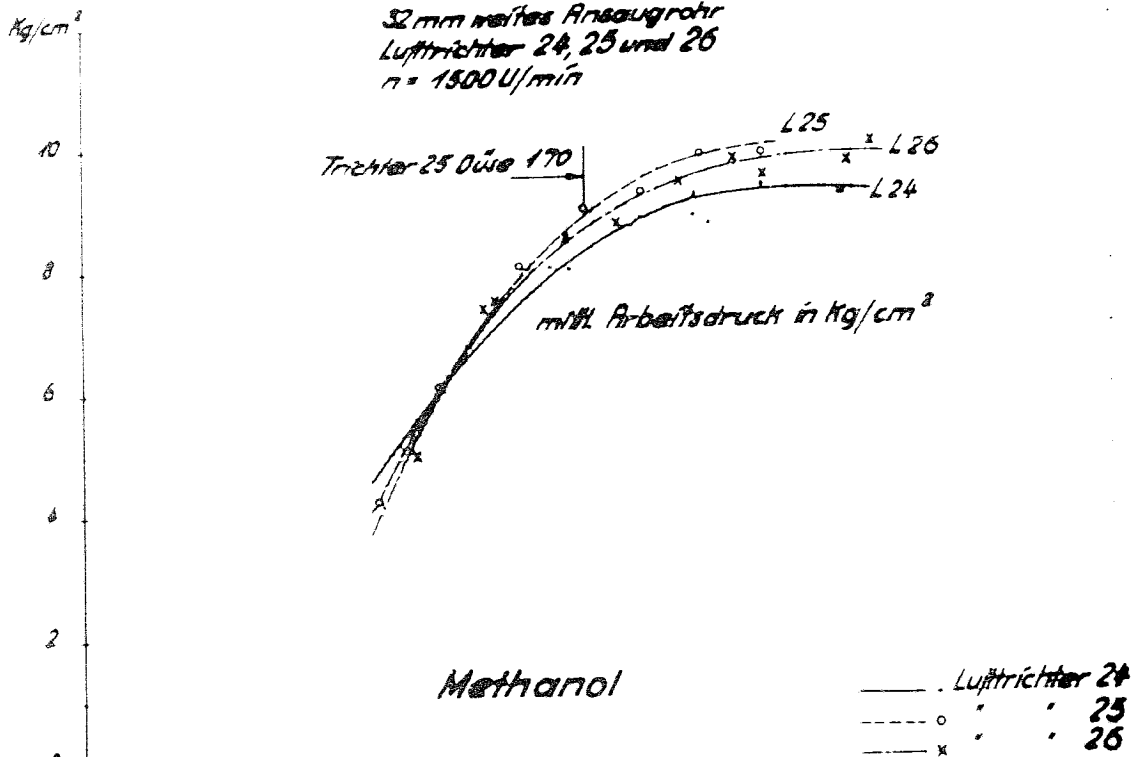
191113



Lichtbild Nr. 1113
Ansaugrohr mit Palletrom-Vergaser.

Versuche mit verschiedenen Düsen.

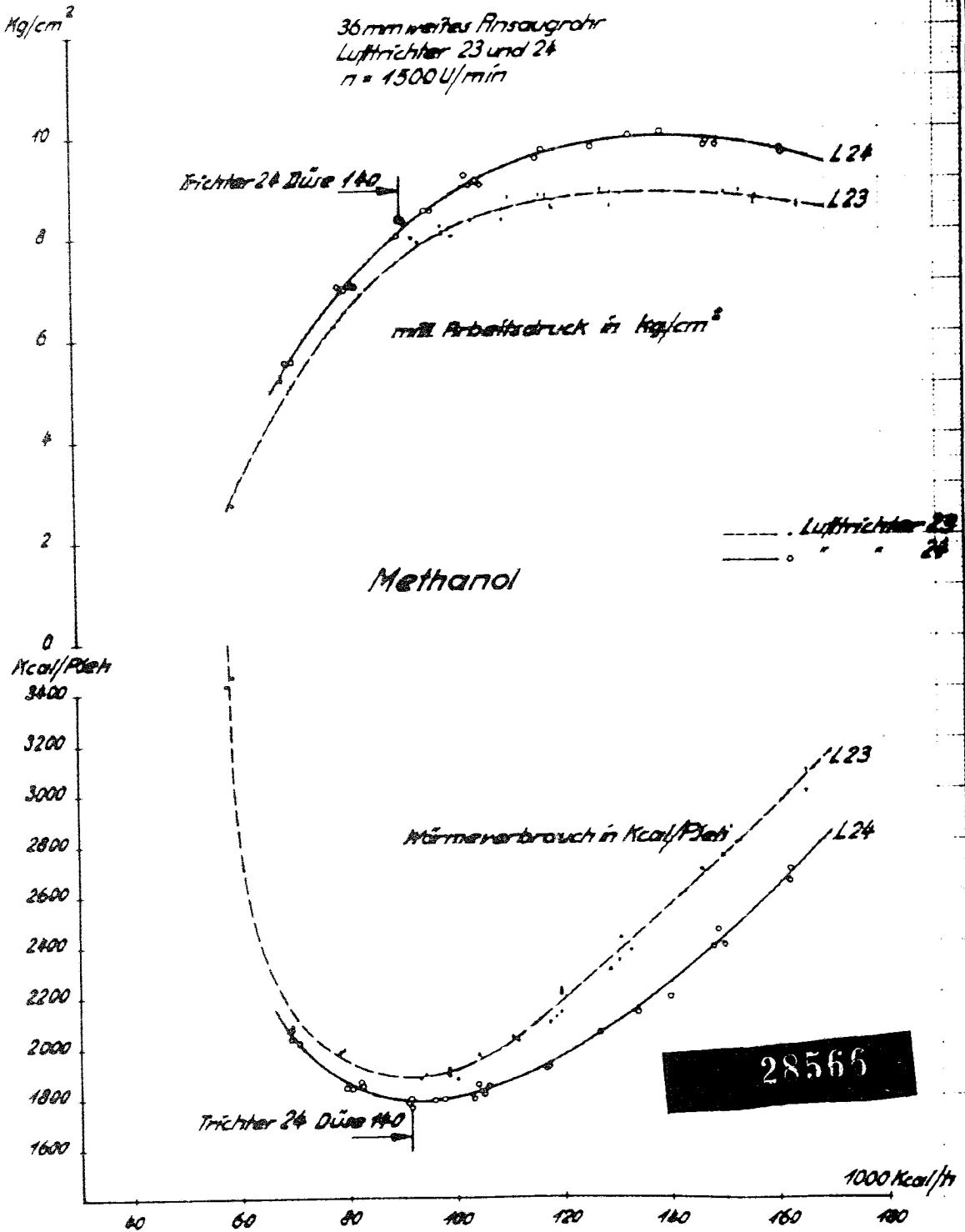
32 mm weites Ansaugrohr
Lufttrichter 24, 25 und 26
 $n = 1500 \text{ U/min}$



28565

Versuche mit verschiedenen Düsen.

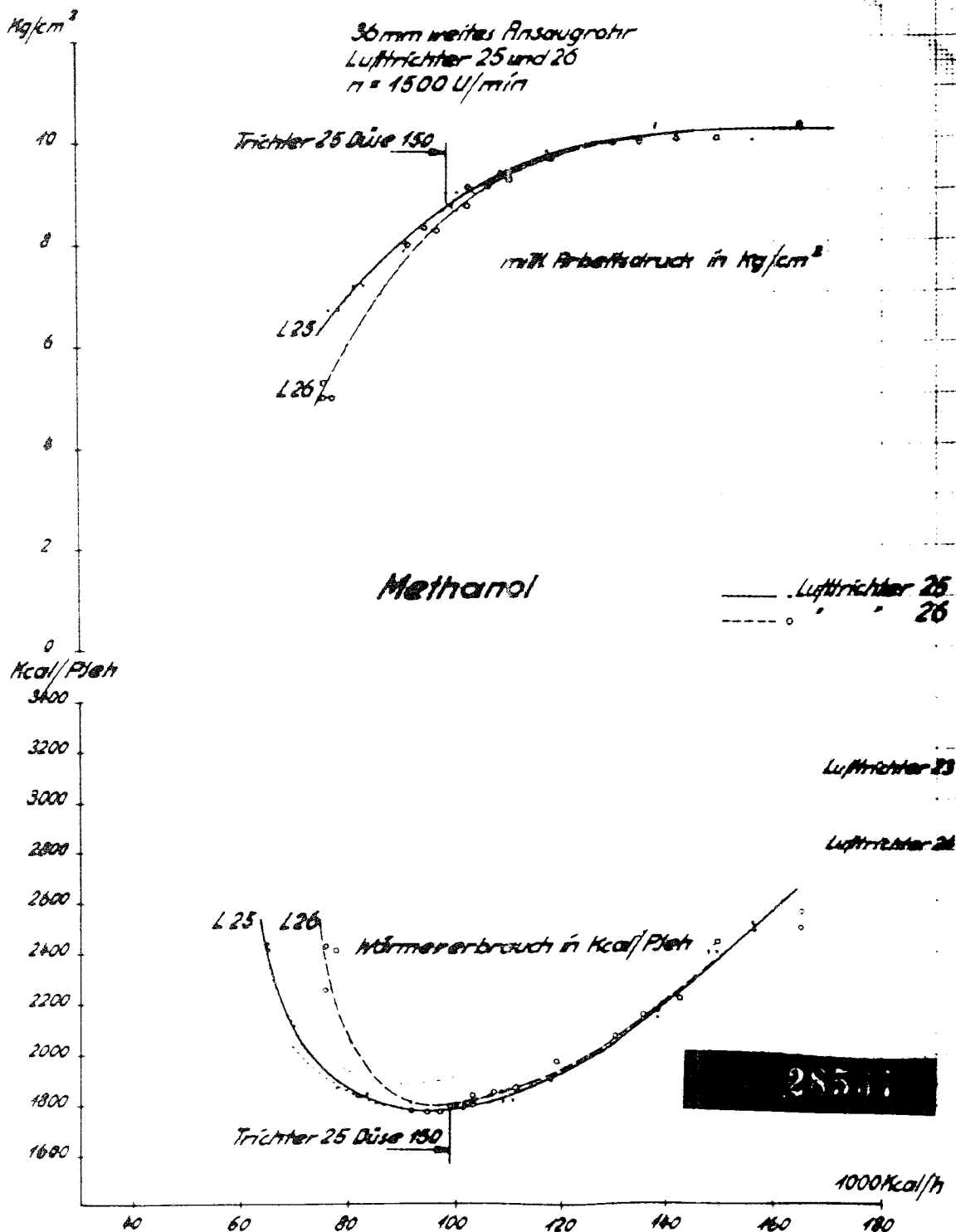
36 mm weites Ansaugrohr
Lufttrichter 23 und 24
 $n = 1500 \text{ U/min}$



28566

Versuche mit verschiedenen Düsen.

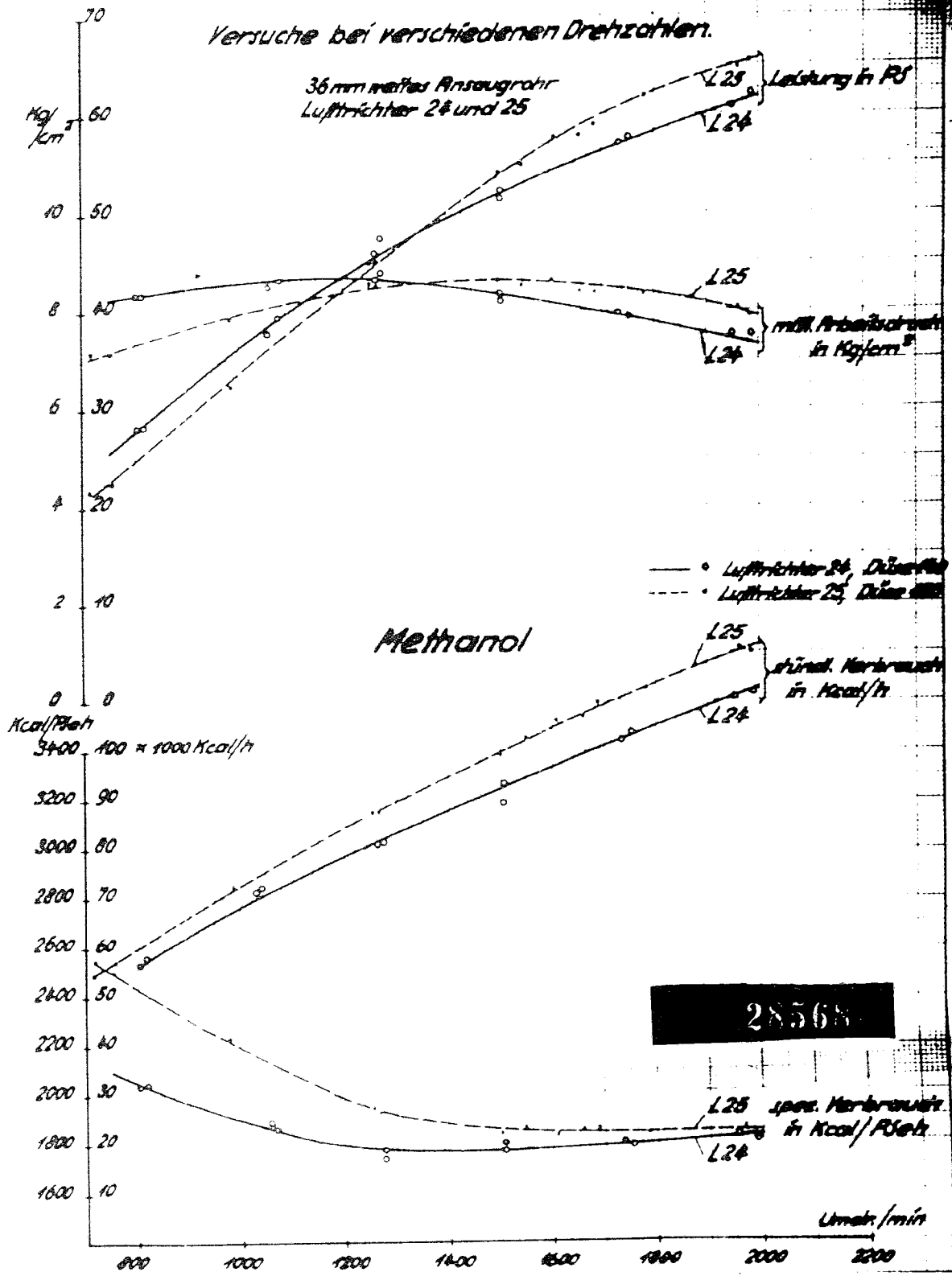
36 mm weites Ansaugrohr
Lufttrichter 25 und 26
 $n = 1500 \text{ U/min}$



T.A./V.
Pj

Versuche bei verschiedenen Drehzahlen.

36 mm weites Ansaugrohr
Lufttrichter 24 und 25



März Donnerstag

12. Wo. · 76-289

1938

April							17	März						
S	M	D	M	D	F	S		S	M	D	M	D	F	S
						1			1	2	3	4	5	
3	4	5	6	7	8	9		6	7	8	9	10	11	12
10	11	12	13	14	15	16		13	14	15	16	17	18	19
17	18	19	20	21	22	23		20	21	22	23	24	25	26
24	25	26	27	28	29	30		27	28	29	30	31		

S.-A. 6.12 · S.-U. 18.07

3

M.-A. 20.06 · M.-U. 6.10

28569

Versuche bei verschiedenen Belastungen.

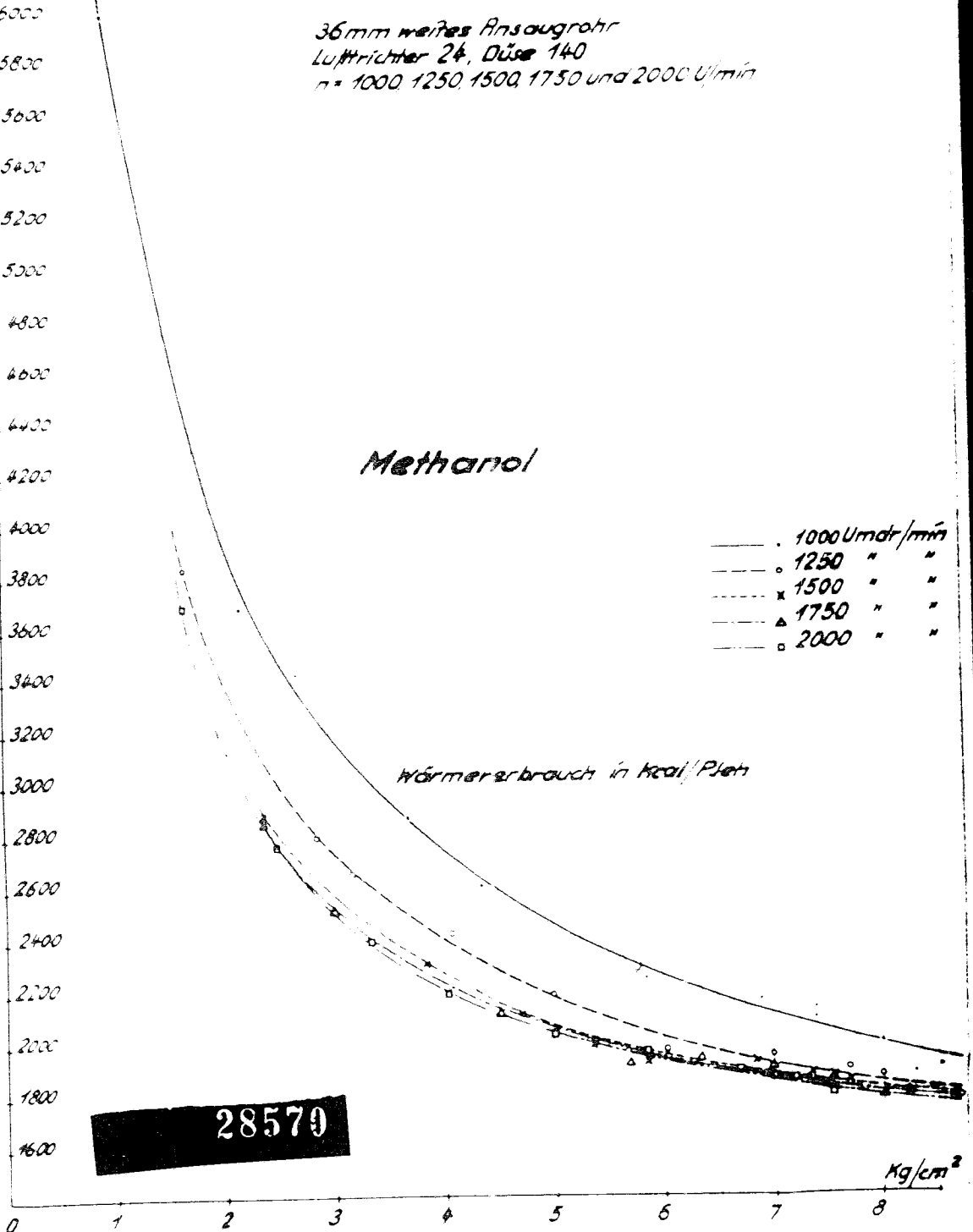
Kcal./Pferd

36mm weites Ansaugrohr
Lufttrichter 24, Düse 140
n = 1000, 1250, 1500, 1750 und 2000 U/min

Methanol

- 1000 Umdr./min
- o 1250 " "
- x 1500 " "
- ▲ 1750 " "
- □ 2000 " "

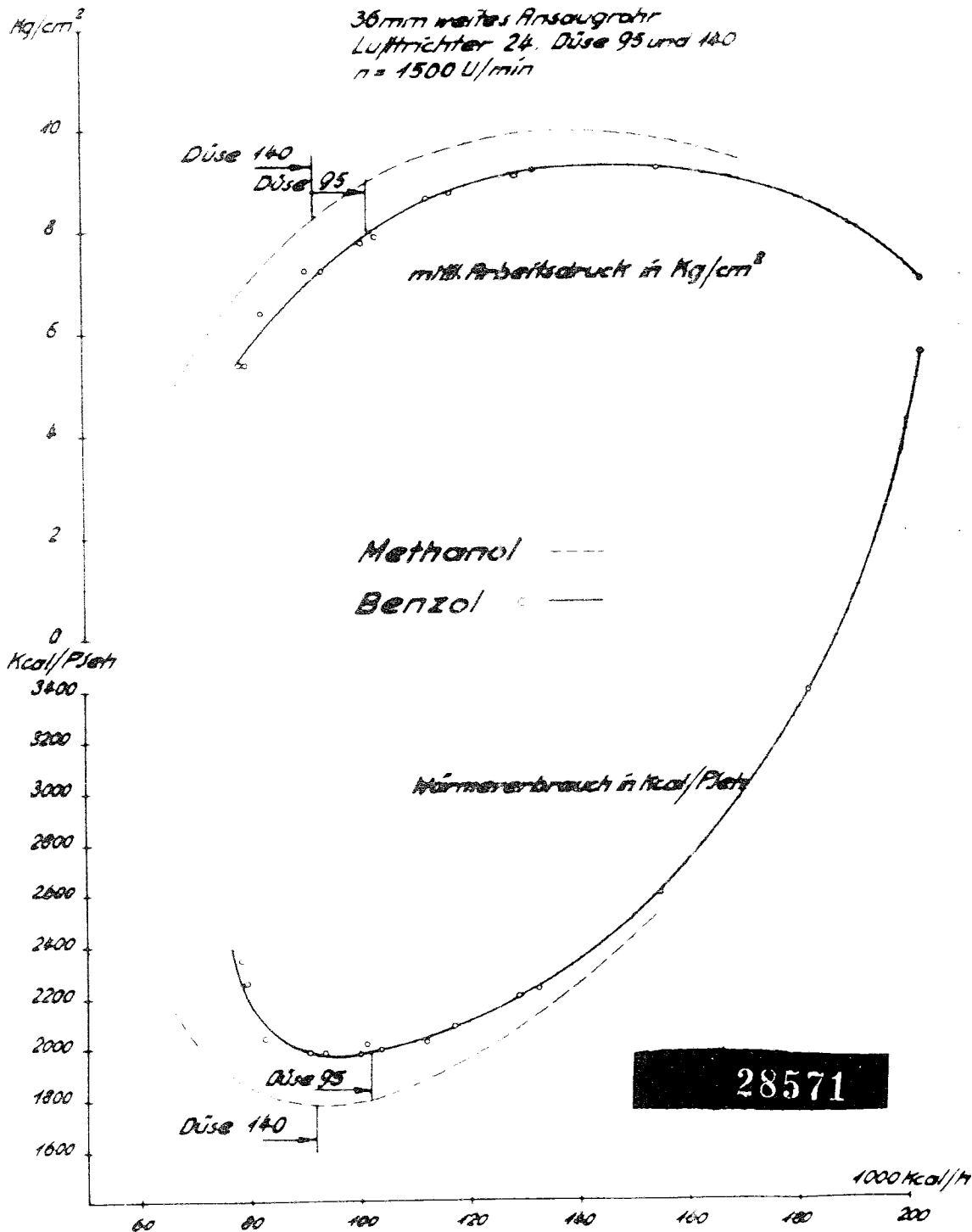
Wärmerverbrauch in Kcal./Pferd



28570

Versuche mit verschiedenen Düsen

36mm weites Ansaugrohr
Lufttrichter 24, Düse 95 und 140
 $n = 1500 \text{ U/min}$

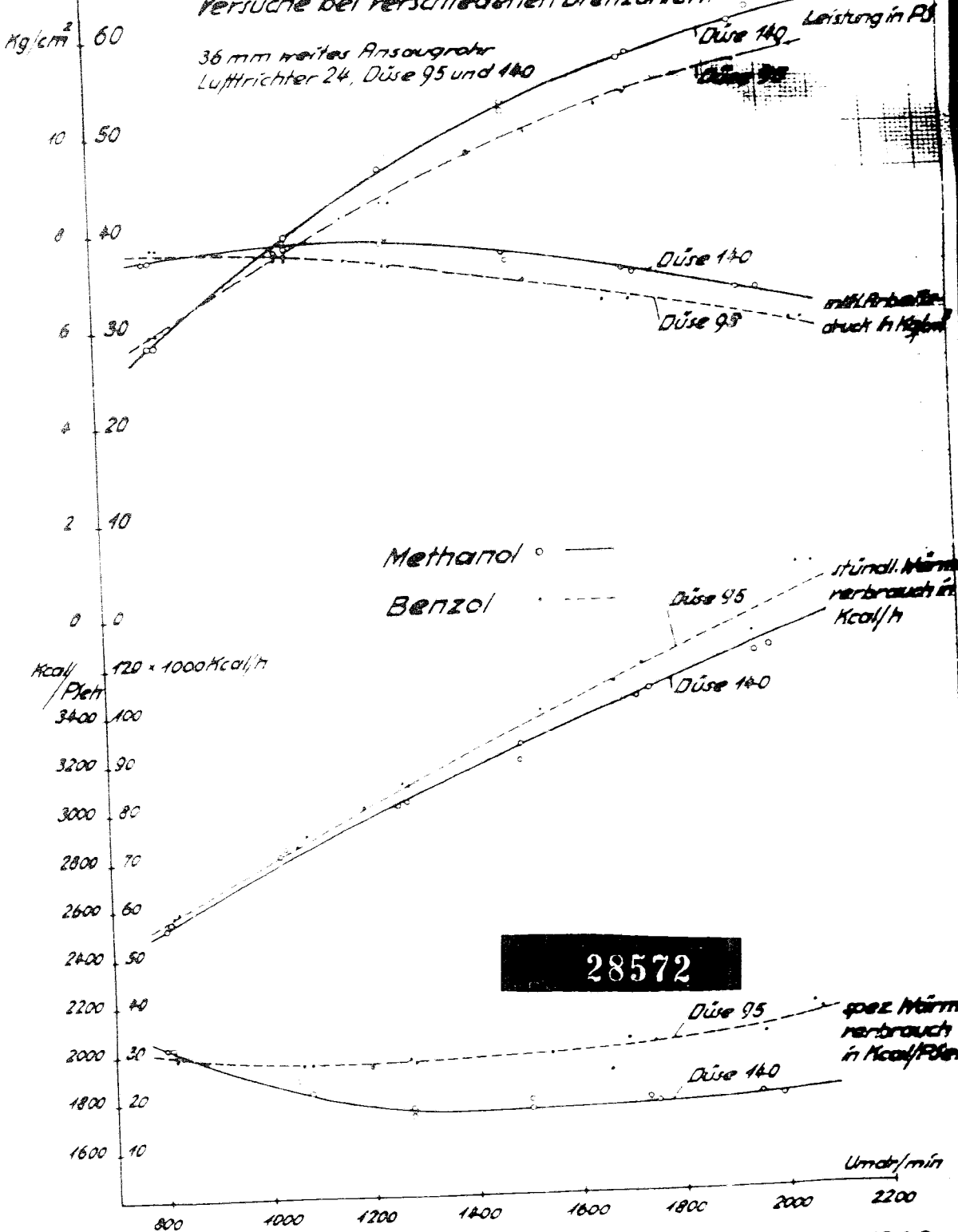


PJ
70 T.A./V.

Techn. Prüfstand Op. 200
Blatt Nr 10

Versuche bei verschiedenen Drehzahlen.

36 mm weites Ansaugrohr
Luffrichter 24, Düse 95 und 140



Zum Bericht №317 vom 16. 11. 1936

TLD 1369

März Montag

1938

13. Wo. - 80-285

April							21	März						
S	M	D	M	D	F	S		S	M	D	M	D	F	S
					1	2	21			1	2	3	4	5
3	4	5	6	7	8	9		6	7	8	9	10	11	12
10	11	12	13	14	15	16		13	14	15	16	17	18	19
17	18	19	20	21	22	23		20	21	22	23	24	25	26
24	25	26	27	28	29	30		27	28	29	30	31		

S.-A. 6.02 · S.-U. 18.13

3

M.-A. - - - M.-U. 8.04

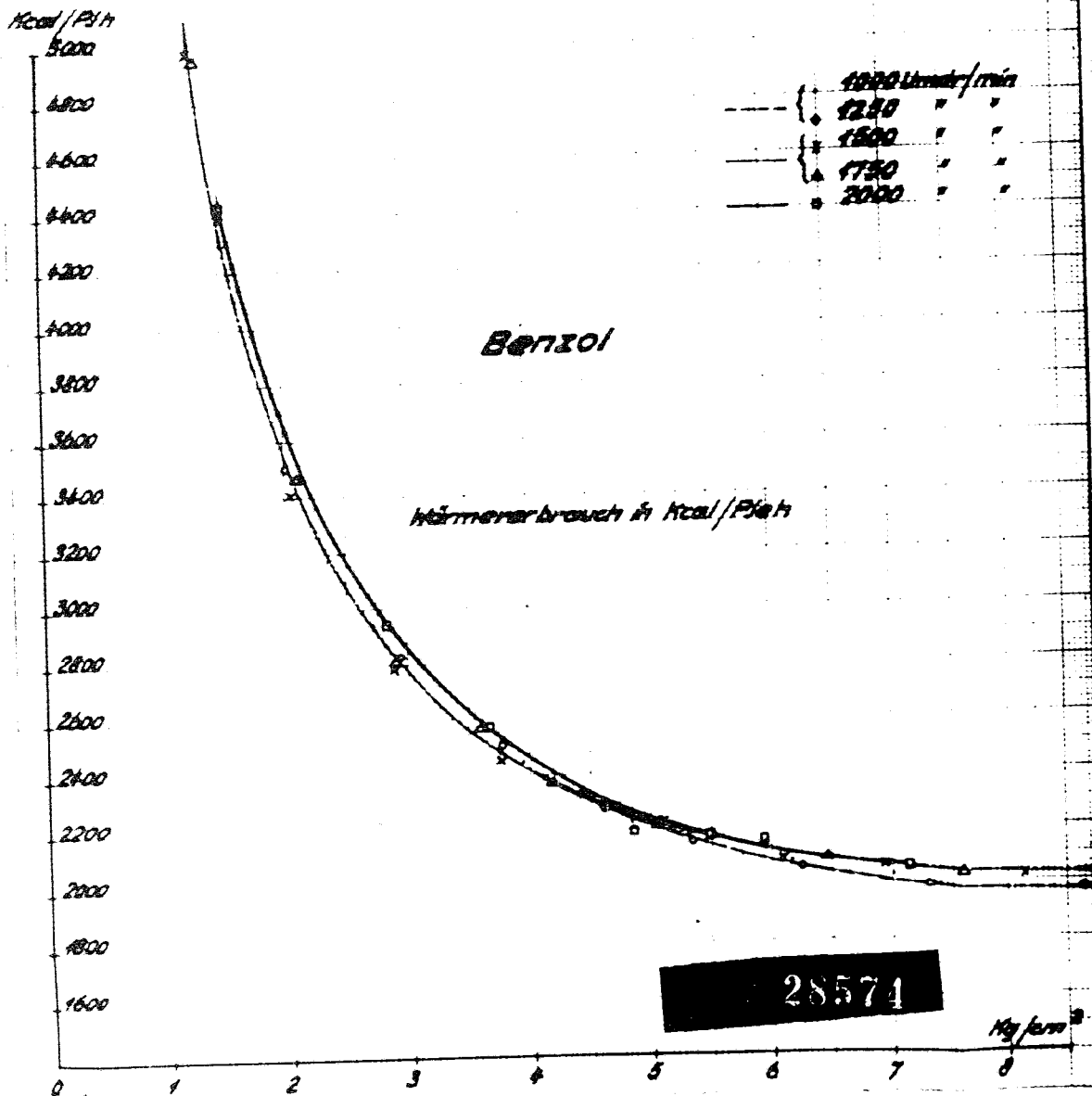
1933 · Feierlicher Staatsakt in Potsdam
Frühlingsanfang

28573

Versuche bei verschiedenen Belastungen

36 mm weites Ansaugrohr
Lufttrichter 28, Düse 96

$n = 1000, 1250, 1500, 1750$ und 2000 U/min



Versuche über die Zündverstellung.

Abb. 1 Abhängigkeit der günstigsten Verzündung von der Drehzahl.

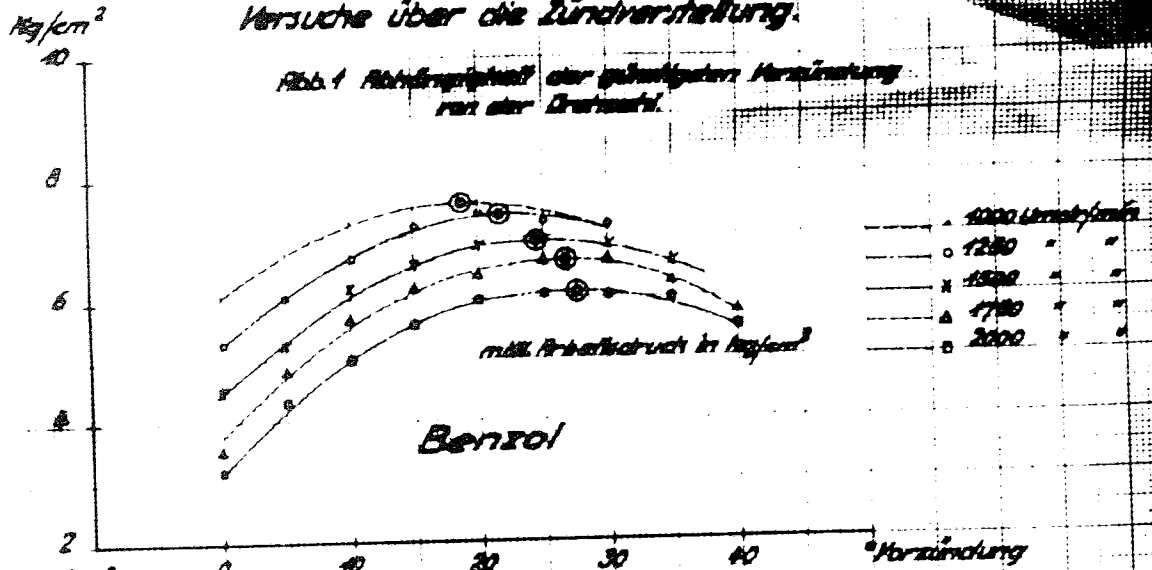


Abb. 2 Abhängigkeit der günstigsten Verzündung von der Drehzahl.

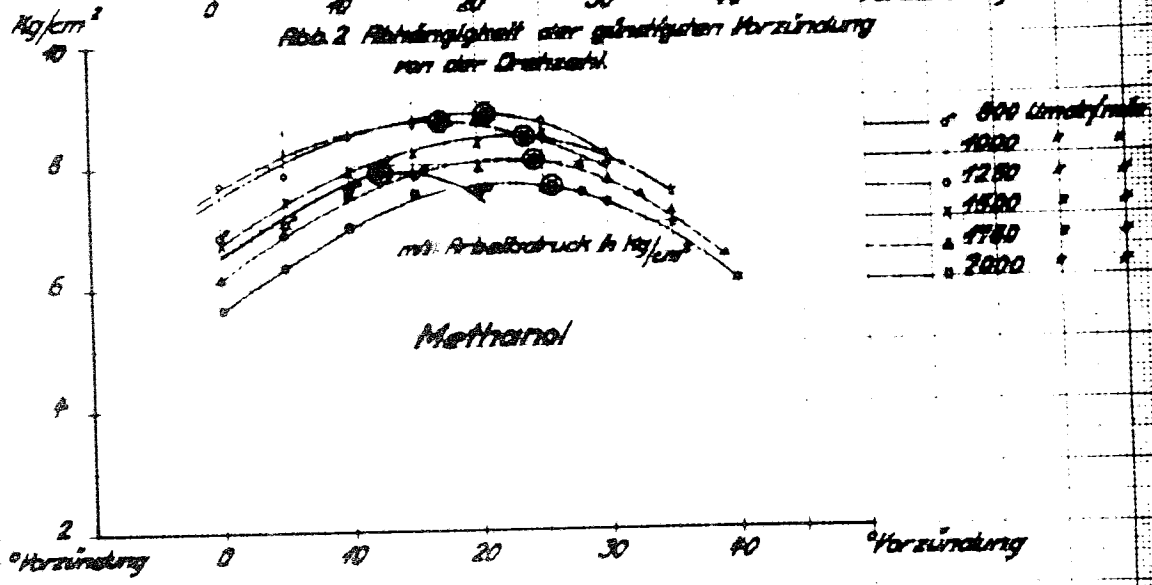
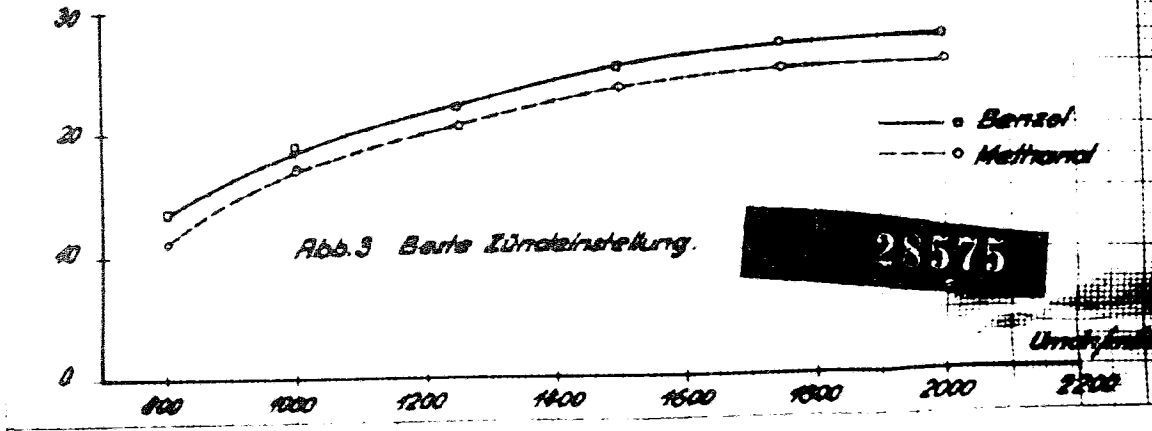


Abb. 3 Beste Zündverstellung.



28575