

Bericht Nr. 454

**Untersuchung eines aromatischen und
eines paraffinischen Kraftstoffgemisches
auf Temperatur-, Blei- u. Vermagerungs-
empfindlichkeit im Überlademotor**

8370



**I. G. FARBENINDUSTRIE AKTIENGESELLSCHAFT
LUDWIGSHAFEN AM RHEIN**

Geheim**Bericht des Technischen Prüfstandes Oppau****Nr. 454**

Untersuchung eines aromatischen und eines paraffinischen Kraftstoffgemisches auf Temperatur-, Blei- und Veräumerempfindlichkeit im Verbrennsmotor.

Übersicht: Für zwei Kraftstoffgemische¹⁾, ein paraffinisches, VT 705 + MT 100, und ein aromatisches, VT 705 + CV28-Aromaten, wurden bei verschiedenen Lufterwärmungstemperaturen (50 bis 200°) und bei verschiedenen Bleihalt (0 bis 0,16 Vol.-%) die Klopfgrenzkurven nach dem vereinfachten Obersterverfahren aufgenommen. Dabei wurde bestimmt, wie von den ausgezeichneten Punkten (maximaler und minimaler) der Klopfgrenzkurven die Änderung des Wertes p_{me1} (minimaler Arbeitsdruck) ein Maß für die Temperaturempfindlichkeit eines Kraftstoffes, die Änderung des Wertes p_{me1} (maximaler Arbeitsdruck) und ebenso die Änderung des Wertes $dp_{me1}/d\lambda$ (Steigung der Tangente im Wendepunkt) ein Maß für die Bleiempfindlichkeit eines Kraftstoffes, hinsichtlich Klopfförderung bei Änderung des Luftverhältnisses (Luftdruckverhältnis) darstellt. Auf Grund dieser Werte konnte ferner bestimmt werden, wie die Temperatur-, Blei- und Veräumerempfindlichkeit der aromatischen Kraftstoffgemische gegenüber den paraffinischen Kraftstoffen zueinander verhalten.

¹⁾ Mischung nach Anteil 60/40 Vol.-%

Abgeschlossen am: 21. April 1931

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Mitschakowski

Die vorliegende Ausfertigung 7 enthält

12 Textblätter

14 Bildblätter

Verteiler

Nr.	am	Empfänger	Nr.	am	Empfänger
1		HLM, Abt. GL 5/II,			
2		BW, Berlin			
3		Herrn Dir. Dr. L. (3x)			
4		" " " "			
5		" " " "			
6		Herrn Dir. Dr. H. L. r. Oppau			
7		Herrn Dipl.-Ing. Gensig,			
8		Herrn Dipl.-Ing. Kowski,			
9		Techn. Prüfstand			

8371

1.) Zweck der Versuche.

Die Untersuchungen hatten den Zweck, mit Hilfe bestimmter aus-
gewählter Punkte und der im Anschluss an diese aufgestellten Größen
 P_{mo} , P_{mo} , ΔP_{mo} , A_1 , A_2 , ΔA_{mo} / ΔA der Klopfgrenzkurven das
andere geartete Verhalten der aromatischen Kraftstoffe hinsichtlich
Temperatur-, Blei- und Verunreinigungsempfindlichkeit nachzuweisen.

2.) Versuchseinrichtung und Versuchsdurchführung.

Für die Untersuchung stand ein entsprechend den Vorschriften
des Überladeverfahrens ausgerüsteter BMW-132-Einzylinder-Flugmotor zur
Verfügung. Die Untersuchungsbedingungen waren folgende:

- 1.) Rotordrehzahl - 1600/Min.,
- 2.) Verdichtungsverhältnis 1:3,
- 3.) Voltanlage 30⁰ v.o.T. (unveränderlich),
- 4.) Einspritzbeginn 27⁰ n.o.T. Saughub.

In der folgenden Weise wurden nach dem beschriebenen Überladeverfahren
bei vier verschiedenen Ladelufttemperaturen von 50, 100, 150 und 200⁰
die Klopfkurven für die beiden Kraftstoffgemische

1. 70 Vol.-% 705 + 30 Vol.-% 27.101 und

2. 70 Vol.-% 705 + 30 Vol.-% 27.101 + 10% 27.101 + 10% 27.101

aufgezeichnet. Der Blendwert wurde dabei von 1 auf 0,12 und 0,16 Vol.-% Bl
geändert. Es wurde versucht, die Klopfkurven bei 100 und 200⁰ n.o.T. unver-
ändert, also bei verschiedenen Blendkraft, bei 1. Ladelufttemperaturen von
50, 100, 150⁰ zu untersuchen. Dies war leider nicht möglich, denn die
Klopfkurven p_{mo} im Klopfbereich (im Kraftstoffüberschussgebiet)
sind bei 200⁰ n.o.T. und bei einer Ladelufttemperatur von etwa 200⁰ so
hoch, dass die Ermittlung dieser Werte den Überlademotor gefährdet hätte.

3.) Versuchsergebnisse.

1. Einfluss des Kraftstoffes auf den Klopfgrenzkurven-Verlauf bei Änderung der Ladelufttemperatur.

Die Klopfgrenzkurven für die unverleiten Kraftstoffe ST 100 und Flugbenzol sind auf dem Schaublatt Nr. 7 und für die Kraftstoffe Misch VT 705 + ST 100 bzw. VT 705 + CV26-Aromaten auf den Blättern Nr. 1-6 zusammengestellt. Die bei 160°, 200° und 220° Ladelufttemperatur wieergegebenen Klopfgrenzkurven des unverleiten ST 100 und des Benzols lassen eindeutig die größere Temperaturabhängigkeit der Aromaten erkennen. Zudem lässt sich dies nachvollziehen, indem man beispielsweise bei $\lambda = 0,95$ einen Schnitt legt und die entsprechenden Verbrennungsdrucke der beiden Kraftstoffe in Abhängigkeit von der Ladelufttemperatur zueinander gegenüberstellt:

Ladelufttemperatur	ST 100	Flugbenzol	ST 100 Unterschied	Flugbenzol Unterschied
160°	13,9 at	13,8 at	-	-
200°	13,8	13,8	0,1	0,1
220°	13,7	13,8	0,1	0,1

Derselbe Schnitt bei Flugbenzol bei $\lambda = 0,95$ führt von 13,6 at auf 13,2 at, also um 0,4 at, bei 200° von 13,6 at auf 13,2 at, also um 0,4 at, und bei 220° von 13,6 at auf 13,2 at, also um 0,4 at.

Die gleiche Beobachtung lässt sich auch bei anderen λ Werten an Kraftstoffen, sowohl als Misch VT 705 + ST 100 als auch VT 705 + CV26-Aromaten mit ihrer Temperaturabhängigkeit nachvollziehen. Es lässt sich die Temperaturabhängigkeit nachvollziehen, wenn man die entsprechenden Verbrennungsdrucke der Klopfgrenzkurven zueinander gegenüberstellt:

- 1.) Der höchste Verbrennungsdruck p_{max} mit der zugeordneten Luftüberschusszahl λ_1 (in Kraftstoffüberschussgebiet).
- 2.) Der niedrigste Verbrennungsdruck p_{min} mit der zugeordneten Luftüberschusszahl λ_2 (in Luftüberschussgebiet).

+*) der verschiedenen Mischungen

+*) aus CV26-Kraftstoff extrahierte Aromaten

x) Blatt Nr. 7

Aus diesen Grenzwerten (vgl. Schaublatt 17.14 oben) lassen sich dann folgende weitere Beziehungen ableiten:

$$\Delta P_{\text{Ges}} = P_{\text{me1}} + P_{\text{me2}} \quad (\text{d.h. me1. bezw. me2})$$

$$\Delta P_{\text{Ges}} = \Delta P_{\text{me1}} + \Delta P_{\text{me2}}$$

$$\frac{1}{\Delta P_{\text{Ges}}} = \frac{1}{\Delta P_{\text{me1}}} + \frac{1}{\Delta P_{\text{me2}}} \quad (\text{beide der Tangente im Ursprung})$$

2) ΔP_{Ges} und ΔP_{me1} Werte.

Die Werte sind für ΔP_{Ges} und ΔP_{me1} bestimmt, welche in der Skizze am 2.8.10 in Anhang 3 mit von der Betriebsanweisung und teilweise in der Folie am 1.12.10 selbst gemessen wurden:

Temperatur	PT 705-1100		PT 705-1120	
	ΔP_{Ges}	ΔP_{me1}	ΔP_{Ges}	ΔP_{me1}
0	1,1	0,0	1,1	0,0
100	1,2	0,1	1,2	0,1
150	1,3	0,2	1,3	0,2
200	1,4	0,3	1,4	0,3

Temperatur	PT 705-1100		PT 705-1120	
	ΔP_{Ges}	ΔP_{me1}	ΔP_{Ges}	ΔP_{me1}
0	1,1	0,0	1,1	0,0
100	1,2	0,1	1,2	0,1
150	1,3	0,2	1,3	0,2
200	1,4	0,3	1,4	0,3

Temperatur	PT 705-1100		PT 705-1120	
	ΔP_{Ges}	ΔP_{me1}	ΔP_{Ges}	ΔP_{me1}
0	1,1	0,0	1,1	0,0
100	1,2	0,1	1,2	0,1
150	1,3	0,2	1,3	0,2
200	1,4	0,3	1,4	0,3

Anhand der in den Schmelzplättchen Nr. 8-10 und in den Zehrentabellen wiedergegebenen p_{me1} , p_{me2} und Δp_{me} -Werte lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

1.) Erhöht man die Lufttemperatur, so nehmen die p_{me1} und p_{me2} -Werte bei den aromatischen Kraftstoffen stärker ab, als bei den paraffinischen, deutlich an den gebildeten Δp_{me1} und Δp_{me2} -Werten erkennbar.

2.) Bei den aromatischen Kraftstoffen sinken die Δp_{me} -Werte stärker ab, als bei den paraffinischen.

3.) Die p_{me1} -Werte sind sehr empfindlich von der Lufttemperatur abhängig als die p_{me2} -Werte, letztere sind viel weniger empfindlich, die höheren p_{me2} -Werte als ein Maß für die Temperaturabhängigkeit eines Kraftstoffgemisches anzusehen.

Auf die Klopfeigenschaften von Überstrichen, wurde die Lufttemperatur erhöht um 10 Grad Celsius, beispielsweise von 20 auf 30°C, worauf sich bei den aromatischen Kraftstoffen die p_{me1} -Werte von 12,5 auf 10,7 at, die p_{me2} -Werte von 12,5 auf 11,6 at, also um 0,9 at, und die Δp_{me} -Werte von 11,6 auf 10,7 at, also um 0,9 at, verminderten. Bei den paraffinischen Kraftstoffen sanken die p_{me1} -Werte von 11,6 auf 10,7 at, also um 0,9 at, die p_{me2} -Werte von 11,6 auf 10,7 at, also um 0,9 at, und die Δp_{me} -Werte von 11,6 auf 10,7 at, also um 0,9 at, verminderten. Der Klopfeffizienzwert zwischen Maxima und Minima der Klopfeigenschaften betrug dabei für den aromatischen Kraftstoff 11 at, bei dem paraffinischen 10,7 at. Deutlich zeigt sich, daß der Wert für Δp_{me} ein Maß für die Empfindlichkeit eines Kraftstoffgemisches hinsichtlich Klopfeigenschaften bei Änderung des Luftverhältnisses (Luft-Zu-Stoffmengenverhältnis) ist. Deutlich sind die aromatischen Kraftstoffe stärker von der Lufttemperatur abhängig als die paraffinischen Kraftstoffe.

Für ein Urteil den aromatischen und den paraffinischen Kraftstoffgemischen gegenüber dem Verhalten der p_{me1} , p_{me2} und Δp_{me} -Werte wäre noch hinzuweisen, daß sie in Abhängigkeit von der Lufttemperatur aufgetragen werden, wobei die p_{me1} und p_{me2} -Werte

*) 10,12 Vol.-% Bz.

**) S. Blatt Nr. 8 und 9

Bei Erhöhung der Ladelufttemperatur anfangs schnell, später bei höheren Ladelufttemperaturen langsamer ab, d.h. $Z_{p_{me}}$ -Werte nehmen entsprechend rasch, später nur noch langsam zu. Bei niedrigen Ladelufttemperaturen ist also die Temperaturabhängigkeit der Kraftstoffe grösser als bei höheren Ladelufttemperaturen.

b) k_1 , k_2 und dp_{me}/dL -Werte.

Es stellt sich heraus, dass sich die Punkte P_1 und P_2 nicht nur der Höhe nach, sondern auch auf der Abszissenachse (der Luftüberschusszahl) verschieben, lassen sich nur nachweisen, wenn das Intervall für die Ladelufttemperatur wie in unserem Fall, genügend gross gewählt wird.

Alles in allem hat sich über die k_1 , k_2 und dp_{me}/dL -Werte folgendes ergeben:

1. Mit erhöhter Ladelufttemperatur nähern sich k_1 -Werte zu, d.h. der Punkt P_1 und damit das Minimum der dp_{me} -Kurve wandert in das Gebiet des relativen Kraftstoffüberschusses, Punkt P_2 und damit das Maximum in das Gebiet des relativen Kraftstoffmangels. Die k_2 -Werte wachsen infolgedessen mit zunehmender Ladelufttemperatur ab (Blatt Nr. 11 und 12).

2. Die dp_{me}/dL -Werte ändern sich etwas wenig mit der Ladelufttemperatur, zum mindesten streben sie einem Höchstwert zu, um dann bei noch höheren Ladelufttemperaturen wieder abzufallen. Dies hängt davon ab, wie wir später noch sehen werden, ob es sich um verbleite oder unverbleite Kraftstoffe handelt. Dieses an sich erwartete Verhalten wurde allerdings noch einer Nachprüfung zu unterziehen. Der Wert dp_{me}/dL eröffnet vielleicht eine Beurteilungsmöglichkeit für das Bleiverhalten der Kraftstoffe. (Blatt Nr. 15).

Die k_1 , k_2 und dp_{me}/dL -Werte lassen nicht in so eindeutiger Weise Schlüsse zu, ob man es mit aromatischen oder paraffinischen Kraftstoffen zu tun hat, wie die folgende

Zahlenmassige Gegenüberstellung zeigt (vgl. auch Blatt Nr. 11-13):

Ladeluft- temperatur	VT 705+BT 100 ^{*)}		VT 705+CV2b-Aromaten ^{*)}	
	λ_2	$\Delta \lambda_2$	λ_2	$\Delta \lambda_2$
50°	1,08		1,1	
100°	1,14	0,06	1,14	0,04
150°	1,17	0,03	1,15	0,02
200°	1,17	0,00	1,17	0,01

Ladeluft- temperatur	VT 705+BT 100 ^{*)}		VT 705+CV2b-Aromaten ^{*)}	
	λ_1	$\Delta \lambda_1$	λ_1	$\Delta \lambda_1$
50°	0,70		0,73	
100°	0,67	0,03	0,70	0,03
150°	0,61	0,06	0,60	0,10
200°	0,51	0,10	0,44	0,16

Ladeluft- temperatur	VT 705+BT 100 ^{*)}		VT 705+CV2b-Aromaten ^{*)}	
	$\Delta \lambda$		$\Delta \lambda$	
50°	0,38		0,37	
100°	0,47		0,45	
150°	0,56		0,55	
200°	0,65		0,72	

^{*)} + C, 12 Vol. % BTA

Die Werte l_1 , l_2 und sl sind für die untersuchten beiden Kraftstoffgemische nur wenig unterschiedlich und dürften bereits in der Messgenauigkeit liegen. Folgerung^{en} auf ein abweichendes Verhalten der Aromaten lassen sich darnach kaum ziehen.

2. Einfluss des Bleigehaltes auf den Klopfgrenzkurvenverlauf bei Änderung der Ladelufttemperatur.

Der Einfluss des Bleigehaltes eines Kraftstoffes auf den Verlauf der Klopfgrenzkurven ist nicht nur an den p_{me1} , p_{me2} und Δp_{me} Werten, sondern auch an den l_1 , l_2 , sl und vor allem an den co_{me} Werten nachzuweisen, wie die Schaublätter Nr. 8-13 und die folgenden Zählentabellen zeigen:

A) p_{me1} , p_{me2} und Δp_{me} Werte.

Ladelufttemperatur	VT 705+ET 100			VT 705+CV2b-Aromaten		
	ohne Pb	+0,12% Pb	Unterschied	ohne Pb	+0,12% Pb	Unterschied
50°	8,2 at	13,9 at	5,7 at	9,4 at	19,3 at	9,9 at
100°	8,0	12,9	4,9	8,8	16,7	7,9
150°	7,7	12,0	4,3	8,5	15,7	7,4
200°	7,5	11,5	3,8	8,0	12,4	4,4

Ladelufttemperatur	VT 705+ET 100			VT 705+CV2b-Aromaten		
	ohne Pb	+0,12% Pb	Unterschied	ohne Pb	+0,12% Pb	Unterschied
50°	4,9 at	9,8 at	4,9 at	6,1 at	11,8 at	5,7 at
100°	4,9	9,2	4,3	5,7	10,7	5,0
150°	4,4	8,6	4,2	5,5	9,7	4,2
200°	4,1	8,5	4,4	5,2	9,1	3,9

Ladelufttemperatur	VT 705+ET 100			VT 705+CV2b-Aromaten		
	ohne Pb	+0,12% Pb	Unterschied	ohne Pb	+0,12% Pb	Unterschied
50°	5,5 at	6,0 at	0,7 at	5,4 at	7,5 at	2,1 at
100°	5,0	5,8	0,8	5,1	6,1	1,0
150°	4,3	5,5	1,2	4,9	6,2	1,3
200°	4,4	5,8	1,4	5,5	6,4	0,9

Darnach lässt sich folgendes über den Einfluss des Bleigehaltes sagen:

- 1.) Der Einfluss des Bleigehaltes ist am grössten bei den p_{me1} -Werten.
- 2.) Bei den p_{me2} -Werten macht sich der Bleigehalt am stärksten bei niedriger Ladelufttemperatur bemerkbar, bei höheren Ladelufttemperaturen ist sein Einfluss nur noch gering.
- 3.) Aromatische Kraftstoffe sind am bleiempfindlichsten, erkennbar an den grösseren Unterschieden für p_{me1} - und Δp_{me} .

Übertragen auf die Klopfgrenzkurven würde dies bedeuten:

- 1.) Gegenüber unverbleiten Kraftstoffen verlagert sich bei verbleiten Kraftstoffen das Maximum sehr stark nach oben, bei aromatischen Kraftstoffen mehr als bei paraffinischen. ^{die Steigerung} Darnach kann man p_{me1} als ein Mass für die Bleiempfindlichkeit eines Kraftstoffes ansehen.
- 2.) Das Minimum verschiebt sich für verbleite Kraftstoffe gegenüber unverbleiten Kraftstoffen bei niedriger Ladelufttemperatur stark, bei hohen Temperaturen nur noch wenig nach oben. Bei aromatischen Kraftstoffen ist die Verlagerung des Minimums grösser als bei den paraffinischen solange die Ladelufttemperatur gering ist, bei höheren Ladelufttemperaturen ergibt sich eine Umkehrung. Die p_{me2} -Werte ergeben danach keine eindeutige Beurteilung über den Einfluss des Bleigehaltes.

- 3.) Die Empfindlichkeit der Kraftstoffe auf Änderung des Luftverhältnisses ist bei verbleiten Kraftstoffen am grössten, wie die Δp_{me} -Werte erkennen lassen.

B) λ_1 -, λ_2 -, $\Delta \lambda$ - und $dp_{me}/d\lambda$ -Werte.

Stellt man die λ_1 -, λ_2 -, $\Delta \lambda$ - und $dp_{me}/d\lambda$ -Werte der beiden Kraftstoffmischungen, verbleit und unverbleit, einander gegenüber, so ergibt sich folgendes Überblick (vgl. auch Schaublatt 11-13):

Ladeluft- temperatur	VT 705+ET 100			VT 705+CV2b-Aromaten		
	ohne Pb	+0,12% Pb	Unterschied	ohne Pb	+0,12% Pb	Unterschied
	λ_2	λ_2		λ_2	λ_2	
50°	1,03	1,09	0,06	0,95	1,10	0,15
100°	1,09	1,15	0,06	1,05	1,14	0,09
150°	1,1	1,16	0,06	1,09	1,16	0,07
200°	1,11	1,17	0,06	1,1	1,17	0,07

Ladeluft- temperatur	VT 705+ ET 100			VT 705 + CV2b-Aromaten		
	ohne Pb	+0,12% Pb	Unterschied	ohne Pb	+0,12% Pb	Unterschied
	λ_1	λ_1		λ_1	λ_1	
50°	0,55	0,7	0,15	0,56	0,73	0,17
100°	0,54	0,67	0,13	0,55	0,70	0,15
150°	0,52	0,61	0,09	0,51	0,60	0,10
200°	0,50	0,51	0,01	0,42	0,44	0,02

Ladeluft - temperatur	VT 705 + ET 100		VT 705 + CV2b-Aromaten	
	ohne Pb	+0,12% Pb	ohne Pb	+0,12% Pb
	$\Delta \lambda$	$\Delta \lambda$	$\Delta \lambda$	$\Delta \lambda$
50°	0,5	0,38	0,39	0,37
100°	0,53	0,47	0,5	0,45
150°	0,56	0,55	0,6	0,55
200°	0,59	0,65	0,66	0,72

Ladeluft - temperatur	VT 705 + ET 100		VT 705 + CV2b-Aromaten	
	ohne Pb	+0,12% Pb	ohne Pb	+0,12% Pb
	$\frac{dp_{me}}{dL}$	$\frac{dp_{me}}{dL}$	$\frac{dp_{me}}{dL}$	$\frac{dp_{me}}{dL}$
50°	0,37	0,77	0,5	1,54
100°	0,42	0,93	0,55	1,73
150°	0,45	0,93	0,57	1,45
200°	0,48	0,78	0,58	1,03

Wie bereits vorher erwähnt, lassen die geringen Unterschiede pr_A und A_2 -Werte keine Schlüsse auf den Einfluss des Bleigehaltes zu. An besten lässt sich der Einfluss des Bleigehaltes mit Hilfe der dp_{me}/SA -Werte nachweisen, denn bei den verbleiten Kraftstoffen ändern sich diese Werte nicht nur stark mit der Ladelufttemperatur, sondern sie weisen auch ein wahrscheinlich nur den verbleiten Kraftstoffen eigentümliches Verhalten auf, indem sie erst einem Höchstwert zustreben, um dann fast ebenso stark wieder abzufallen. Man kann demnach mit Recht sagen, dass der Wert dp_{me}/d ein Mass für die Bleiempfindlichkeit eines Kraftstoffes bei Änderung der Ladelufttemperatur darstellt (vgl. Blatt Nr. 13).

Die Bleiempfindlichkeit der untersuchten beiden Kraftstoffgemische lässt sich auch mit Hilfe der Oktanzahlen, wie Blatt Nr. 14, Bild 2 unten, zeigt, auf dem in Abhängigkeit vom Bleigehalt die am I.G.-Prüfmotor ermittelten Motoroktanzahlen aufgetragen sind, wiedergeben. Danach unterscheiden sich die Motoroktanzahlen der unverbleiten beiden Kraftstoffmischungen nur wenig voneinander, mit zunehmendem Bleigehalt werden jedoch die Motoroktanzahlen des paraffinischen Kraftstoffgemisches erheblich besser als die des aromatischen. Nach den Motoroktanzahlen zu schliessen, würde man dem paraffinischen Kraftstoffgemisch den Vorzug geben müssen.

Nach dem Überladeverfahren jedoch wären die beiden Kraftstoffgemische wie folgt zu beurteilen:

Das aromatische Kraftstoffgemisch ist zwar empfindlicher bei Änderung der Ladelufttemperatur, des Luftverhältnisses und des Bleisatzes, wie die Untersuchungen der Klopfgrenzkurven gezeigt hat, andererseits ergeben jedoch die Aromaten im Kraftstoffüberschussgebiet eine bedeutende Mehrleistung an der Klopfgrenzkurve, erachten an den höheren P_{ms} -Werten (vgl. Blatt Nr. 8 und 9). Damit erfüllt der aromatische Kraftstoff besser als der paraffinische die Anforderungen, die an einen Flugkraftstoff hinsichtlich hoher Abfluggleistung gestellt werden.

Betrachtet man nun die Leistungen der beiden Kraftstoffgemische im Luftüberschussgebiet (massgebend für einen sparsamen Reiseflug), so kann

man nicht ohne weiteres dem aromatischen Kraftstoff auch hier den Vorzug geben, denn, wie ein Vergleich der p_{me2} -Werte der beiden Kraftstoffgemische bei 0,12 Vol.-% BTA in Abhängigkeit von der Ladelufttemperatur zeigt (vgl. Blatt Nr. 8 und 9), findet bei etwa 80° Ladelufttemperatur eine Überschneidung der p_{me2} -Werte statt, d.h. bei einer Ladelufttemperatur unter 80° ergibt der aromatische Kraftstoff, bei einer Temperatur über 80° jedoch der paraffinische Kraftstoff die bessere Leistung.

Die Kenntnis der Oktanzahl und der Zusammensetzung eines Kraftstoffes genügt also nicht, wie diese Ausführungen zeigen, um ein eindeutiges Urteil über sein Verhalten im Flugmotor abgeben zu können. Die nach dem Überladeverfahren ermittelten Klopfgrenzkurven sind vor allem dann unerlässlich, wenn es sich um die Vermauerungsempfindlichkeit eines Flugkraftstoffes, d.h. um die Änderung der Luftüberschusszahl zwischen Abflug und Reiseleistung handelt.

Klopfgrenzkurven nach dem Überladeverfahren

Motormuster: **BMW 132**

Verdichtungsverhältnis: 1:8

Motornummer: 5

Ladelufttemperatur: — °C

Versuchstag:

Zündzeitpunkt: — "v. o. T

1. Prüfkraftstoff: 60 vol.% VT 705+

Versuch Nr.:

2. Prüfkraftstoff: +40 vol.% ET 100 (unverbleit)

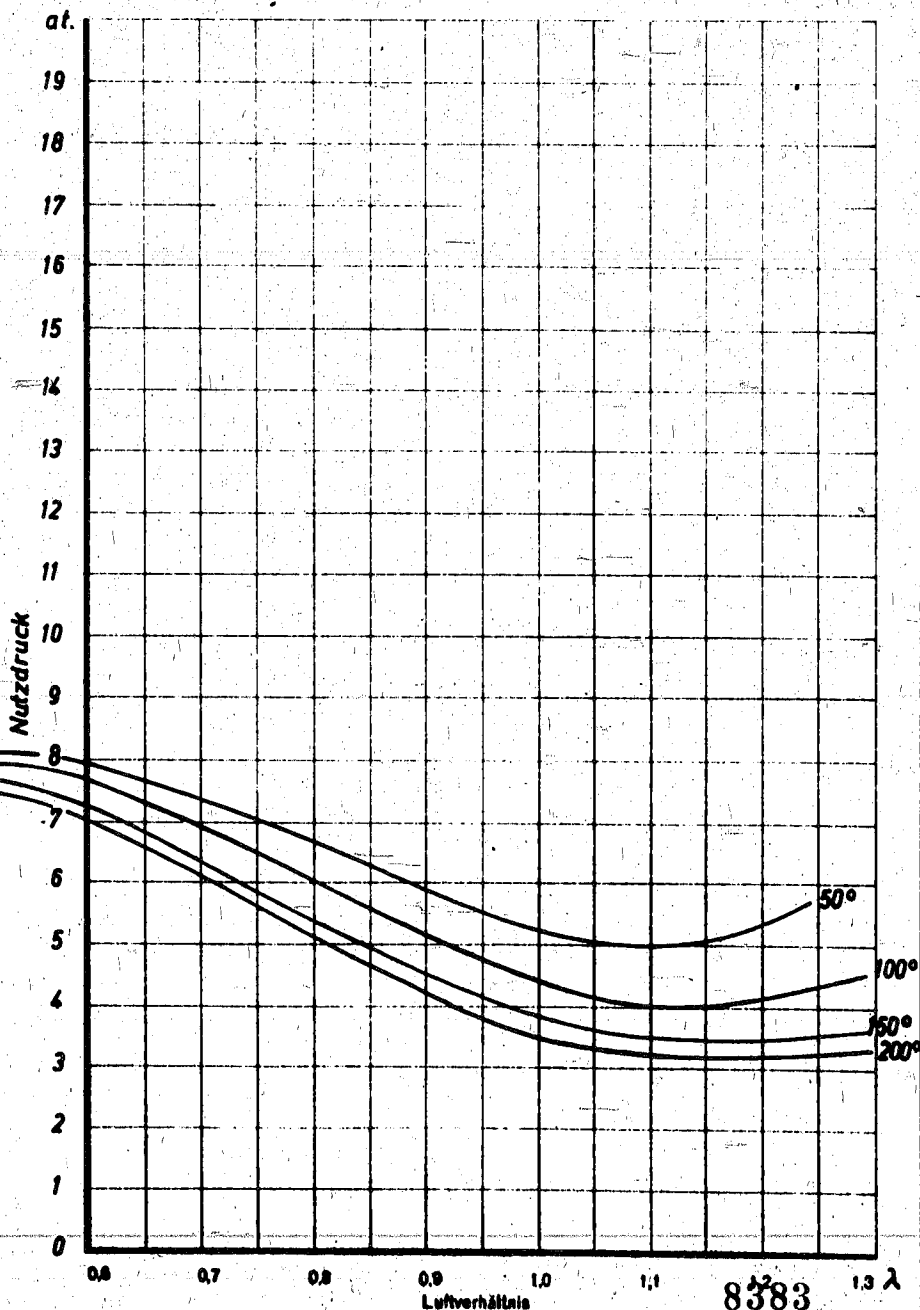
Versuch Nr.:

3. Prüfkraftstoff:

Versuch Nr.:

4. Prüfkraftstoff:

Versuch Nr.:



Klopfgrenzkurven nach dem Überladeverfahren

Motormuster: **BMW 132**

Verdichtungsverhältnis: **1:8**

Motornummer: **5**

Ladelufttemperatur: **— °C**

Versuchstag: **—**

Zündzeitpunkt: **0 v. o. T.**

1. Prüfkraftstoff: **60 vol % VT 705 +**

Versuch Nr.: **—**

2. Prüfkraftstoff: **+40 vol % ET 100+Q12 vol % BIA**

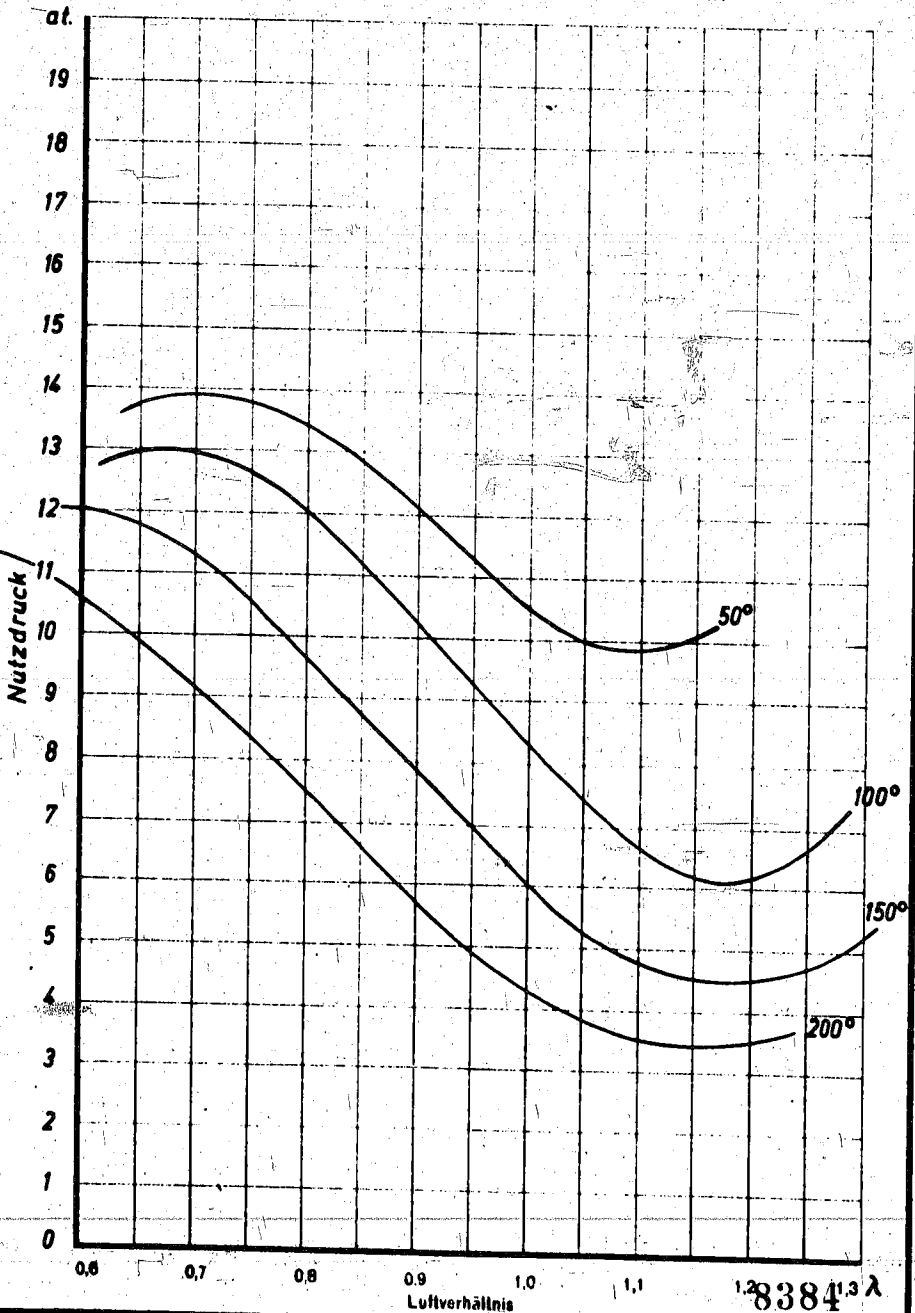
Versuch Nr.: **—**

3. Prüfkraftstoff: **—**

Versuch Nr.: **—**

4. Prüfkraftstoff: **—**

Versuch Nr.: **—**



Klopfgrenzkurven nach dem Überladeverfahren

Motormuster: **BMW 132**

Verdichtungsverhältnis: **1:8**

Motornummer: **5**

Ladelufttemperatur: **— °C**

Versuchstag:

Zündzeitpunkt: **0 v. o. T.**

1. Prüfkraftstoff: **60 vol. % VT 705+**

Versuch Nr.:

2. Prüfkraftstoff: ***40 vol. % ET 100 + 016 vol. % B.T.A.**

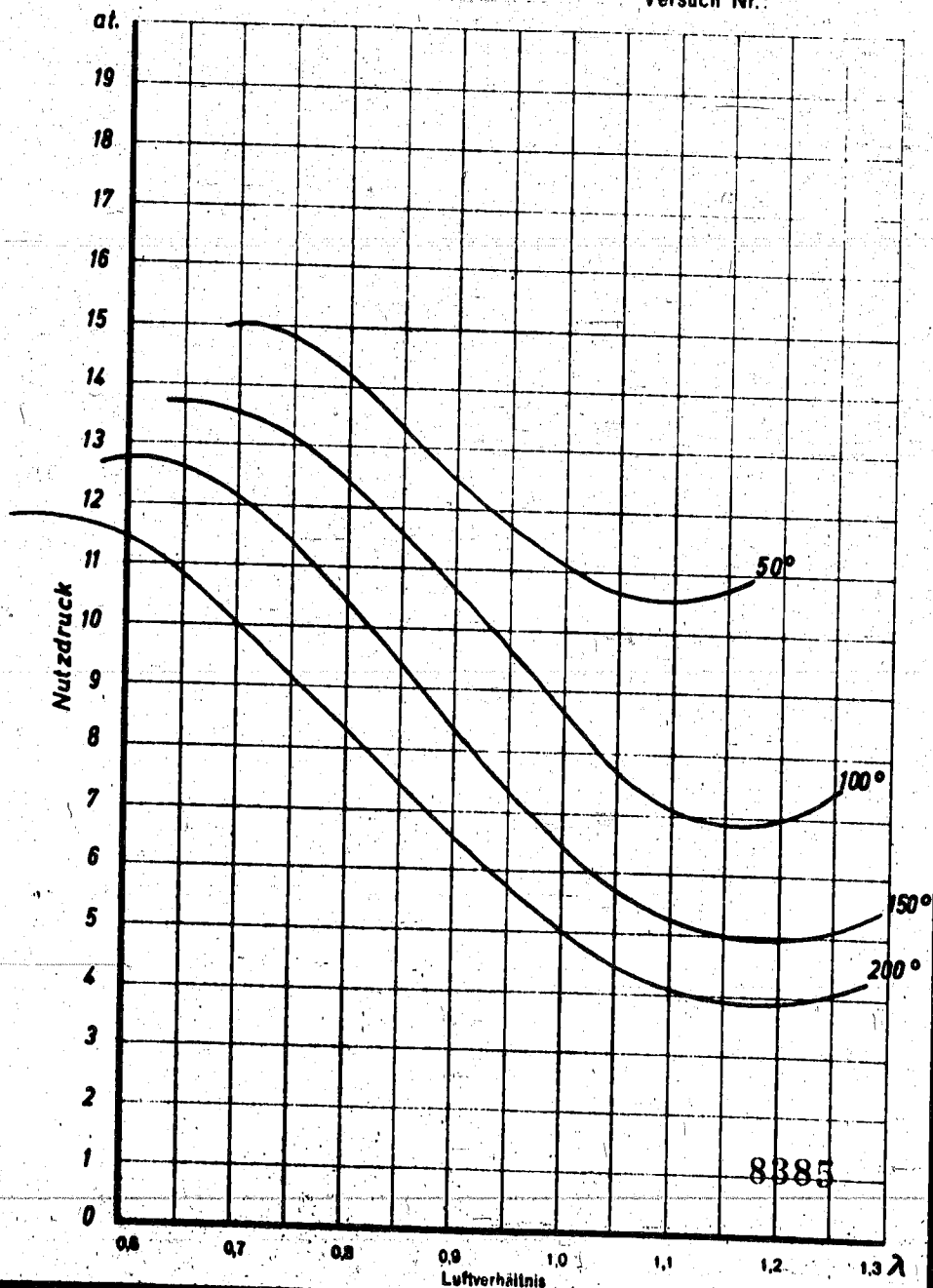
Versuch Nr.:

3. Prüfkraftstoff:

Versuch Nr.:

4. Prüfkraftstoff:

Versuch Nr.:



Klopfgrenzkurven nach dem Überladeverfahren

Motormuster: **BMW 132**

Verdichtungsverhältnis: 1:8

Motornummer: **5**

Ladelufttemperatur: °C

Versuchstag:

Zündzeitpunkt: ° v. o. T.

1. Prüfkraftstoff: **60 vol. % VT 705 ***

Versuch Nr.:

2. Prüfkraftstoff: **+40 vol. % CV₂b Aromaten (unverbleit)**

Versuch Nr.:

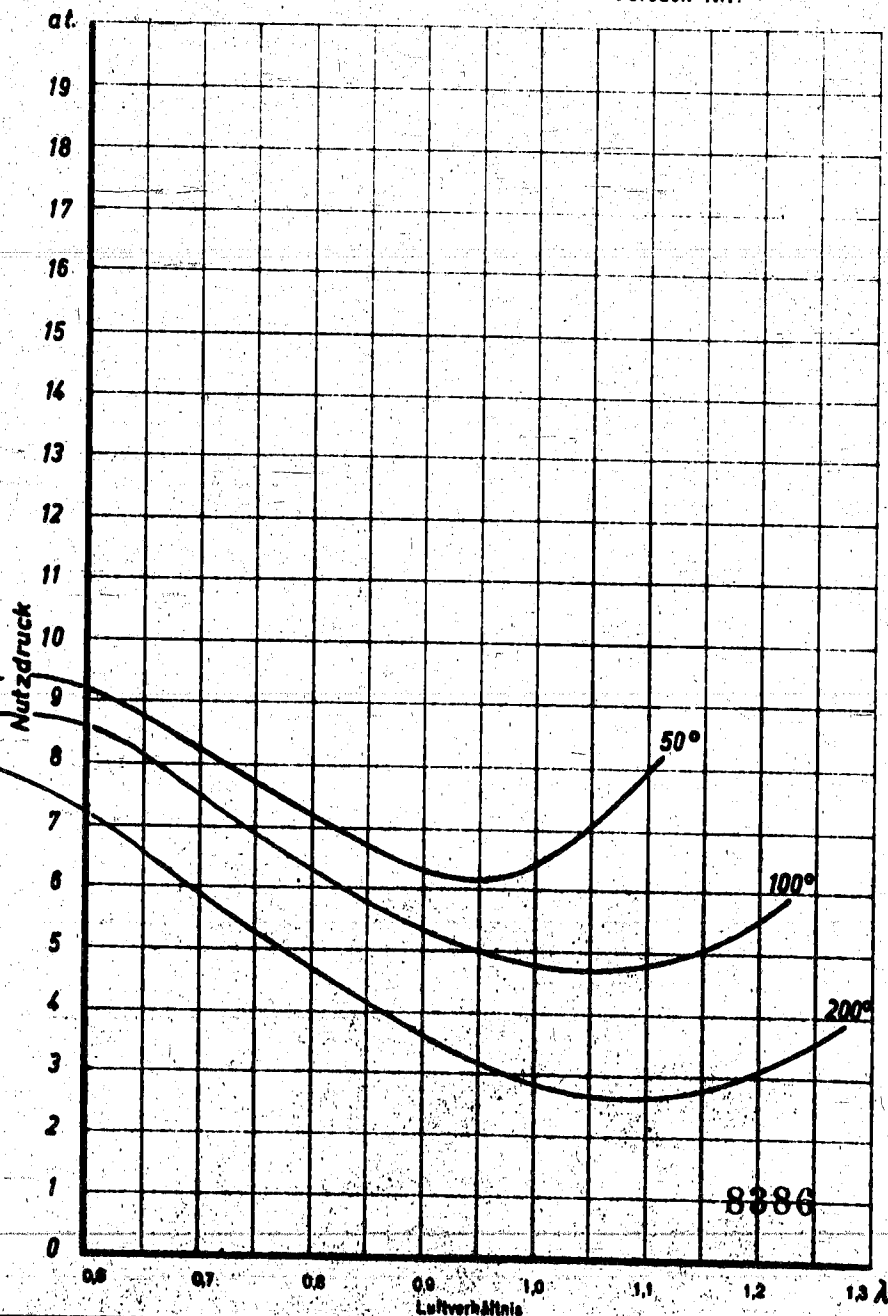
3. Prüfkraftstoff:

Versuch Nr.:

4. Prüfkraftstoff:

Versuch Nr.:

at.



Klopfgrenzkurven nach dem Überladeverfahren

Motormuster: **BMW 132**

Verdichtungsverhältnis: 1:8

Motornummer: **5**

Ladelufttemperatur: — °C

Versuchstag:

Zündzeitpunkt: °v. o. T.

1. Prüfkraftstoff: **60 vol % VT 705 + 40 vol % CV₂b Aromaten** Versuch Nr.:

2. Prüfkraftstoff: **+ 0,12 vol % B.T.A.**

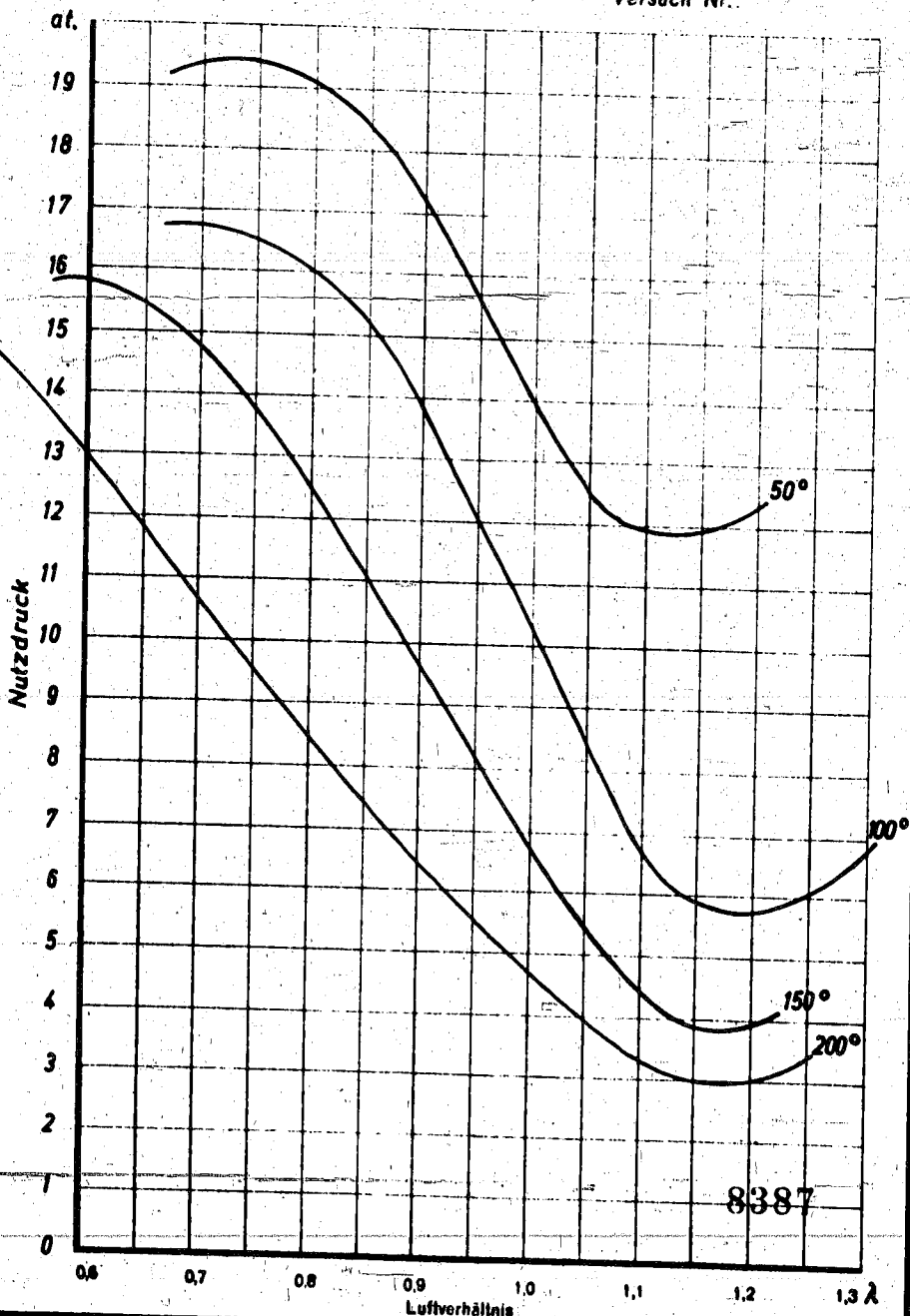
Versuch Nr.:

3. Prüfkraftstoff:

Versuch Nr.:

4. Prüfkraftstoff:

Versuch Nr.:



Klopfgrenzkurven nach dem Überladeverfahren

Motormuster: **BMW 132**

Verdichtungsverhältnis: **1:8**

Motornummer: **5**

Ladelufttemperatur: **— °C**

Versuchstag:

Zündzeitpunkt: **0 v. o. T.**

1. Prüfkraftstoff: **60 vol.% VT 705 +**

Versuch Nr.:

2. Prüfkraftstoff: **+40 vol.% CV20 Aromaten + 0,5 vol.% BTÄ**

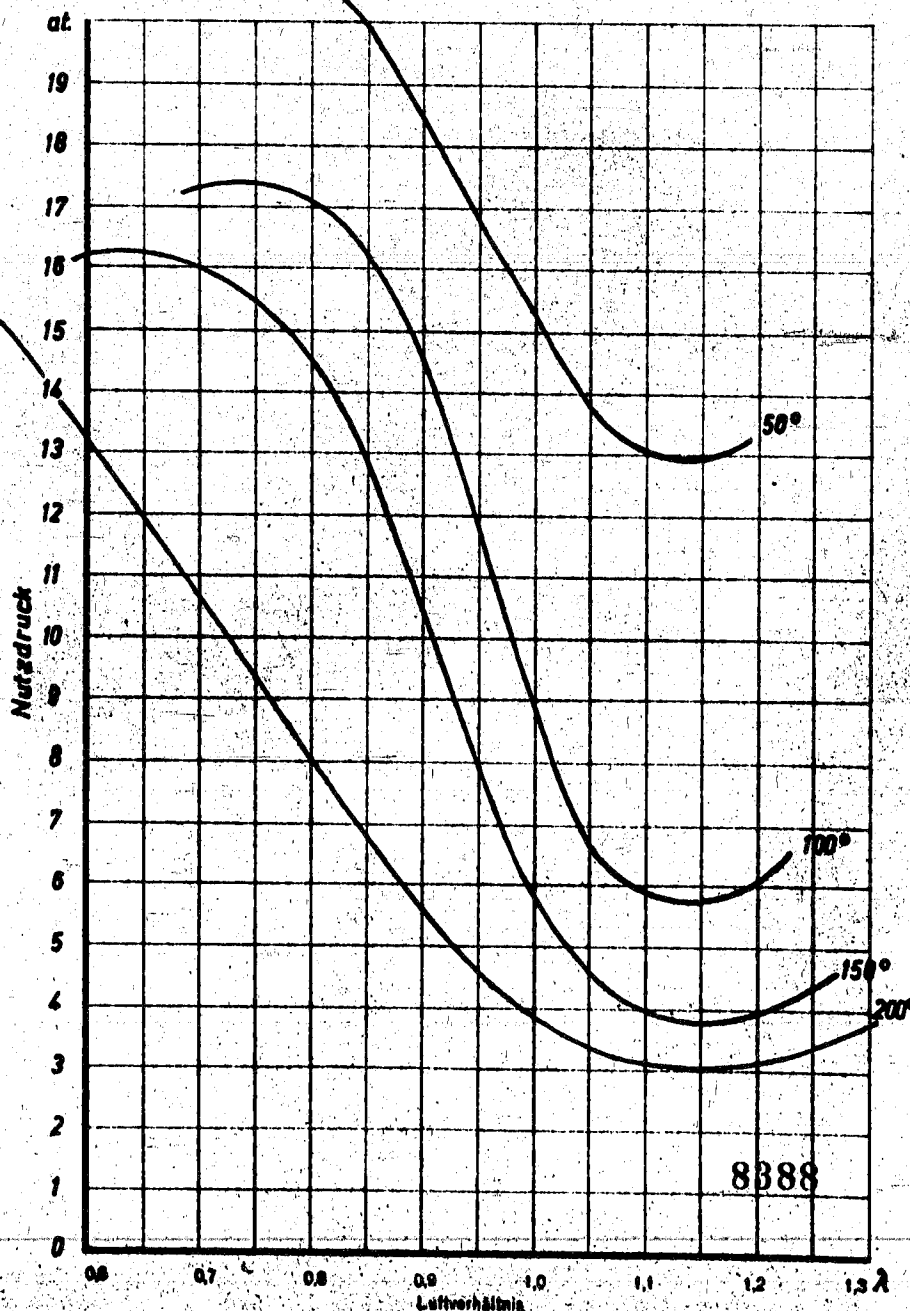
Versuch Nr.:

3. Prüfkraftstoff:

Versuch Nr.:

4. Prüfkraftstoff:

Versuch Nr.:



Klopfgrenzkurven nach dem Überladeverfahren

Motormuster: **BMW 132**

Verdichtungsverhältnis: 1:8

Motornummer: 5

Ladelufttemperatur: — °C

Versuchstag:

Zündzeitpunkt: 0 v. o. T.

1. Prüfkraftstoff: **Flugbo (unverbleit)**

Versuch Nr.:

2. Prüfkraftstoff: **ET100 (" ")**

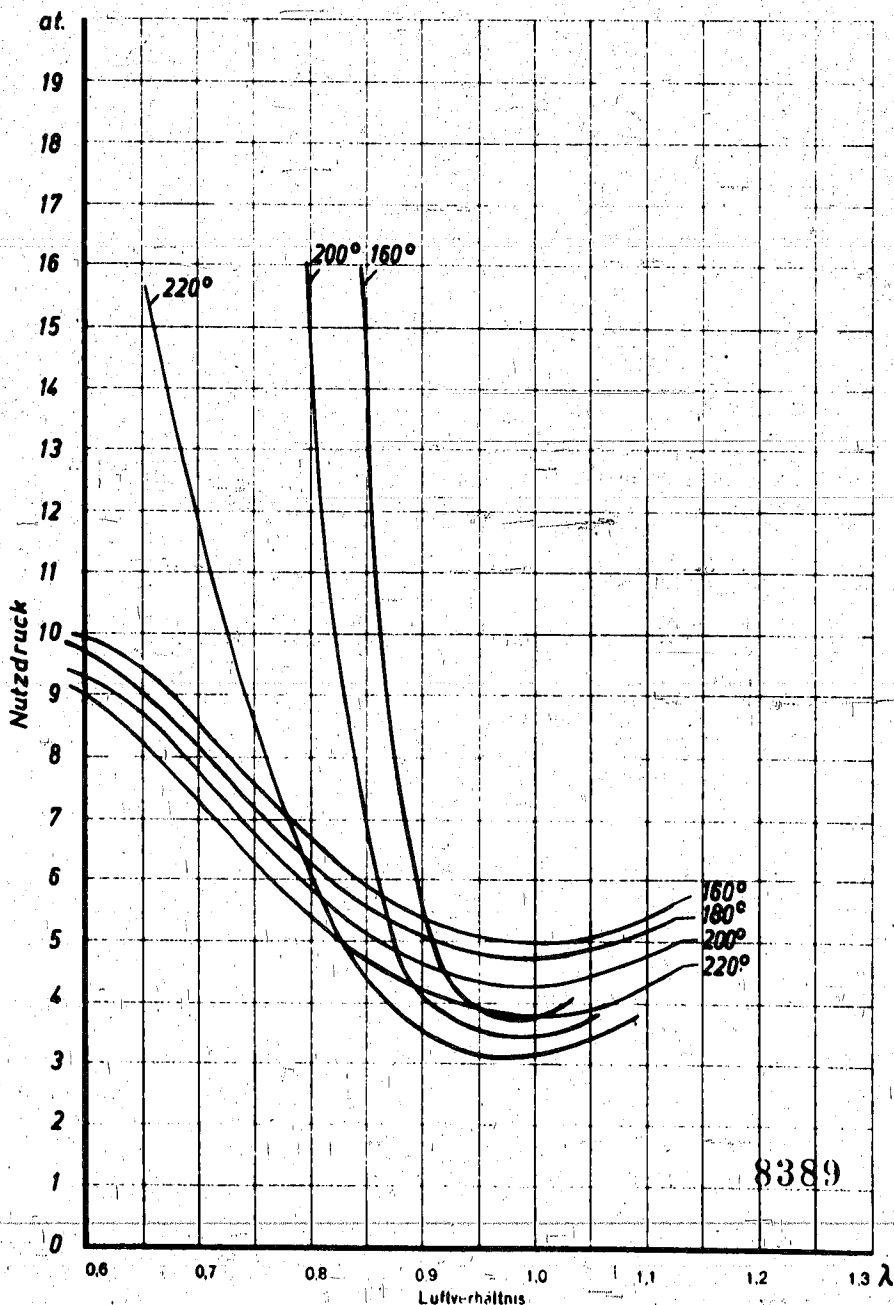
Versuch Nr.:

3. Prüfkraftstoff:

Versuch Nr.:

4. Prüfkraftstoff:

Versuch Nr.:



8389

Abhängigkeit der max. und min.Arbeitsdrücke von der Überladelufttemp.an der Klopfgrenze

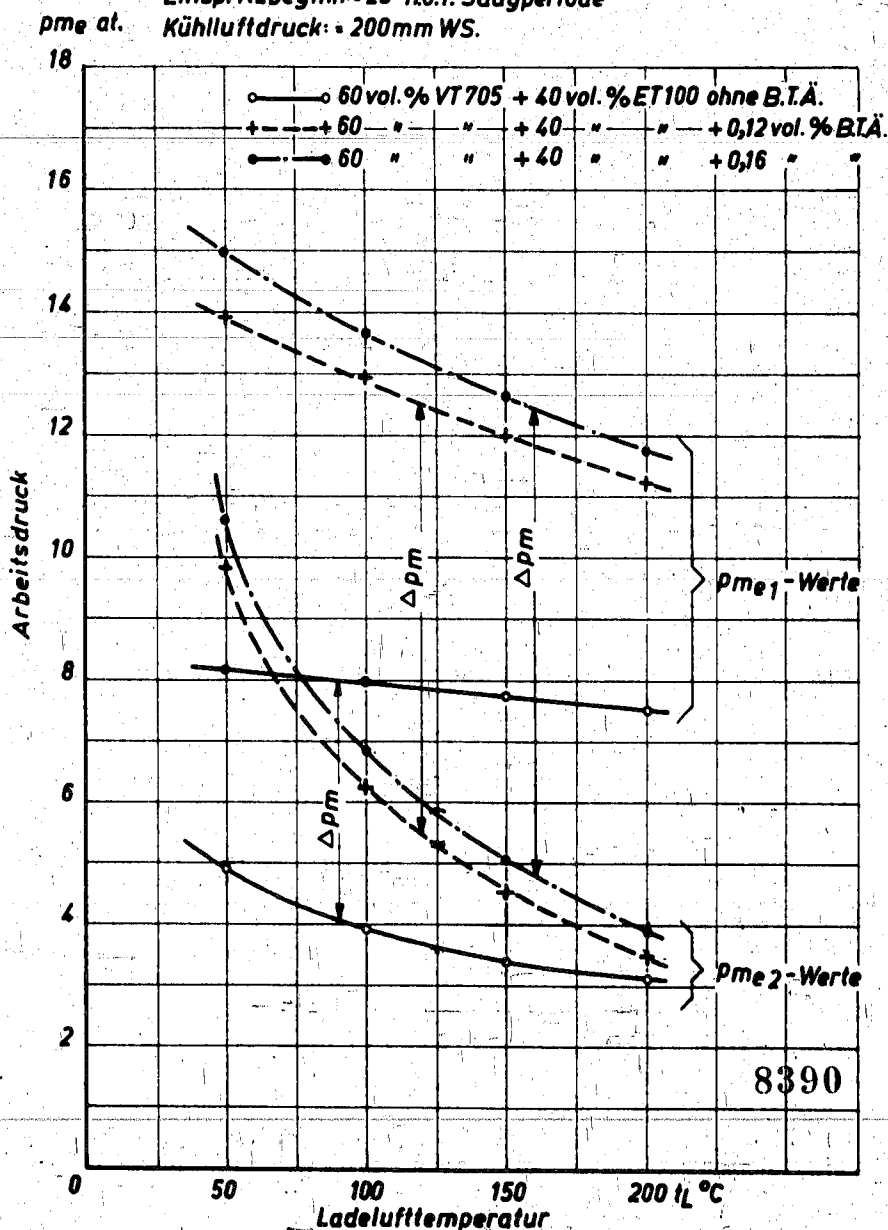
Verdichtungsverhältnis: $\epsilon = 1:8$

Drehzahl: $n = 1600/\text{min.}$

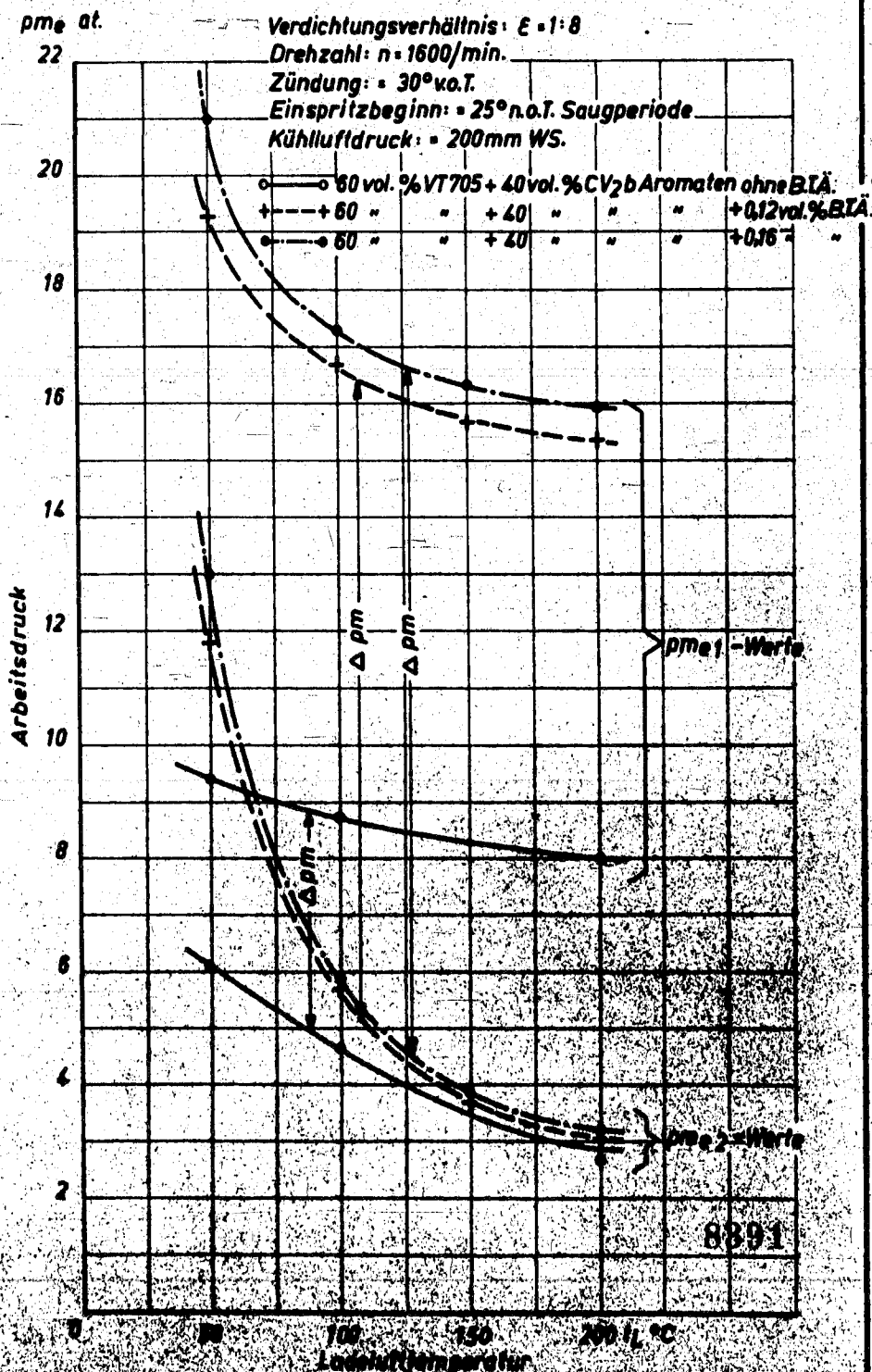
Zündung: $\approx 30^\circ \text{ v.o.T.}$

Einspritzbeginn: $\approx 25^\circ \text{ n.o.T.}$ Saugperiode

Kühlluftdruck: $\approx 200 \text{ mm WS.}$



Abhängigkeit der max. und min.Arbeitsdrücke von der Überladelufttemp.an der Klopfgrenze



Abhängigkeit des Δp_{me} - Druckes von der Überladelufttemp. an der Klopfgrenze

Verdichtungsverhältnis: $\epsilon = 1:8$

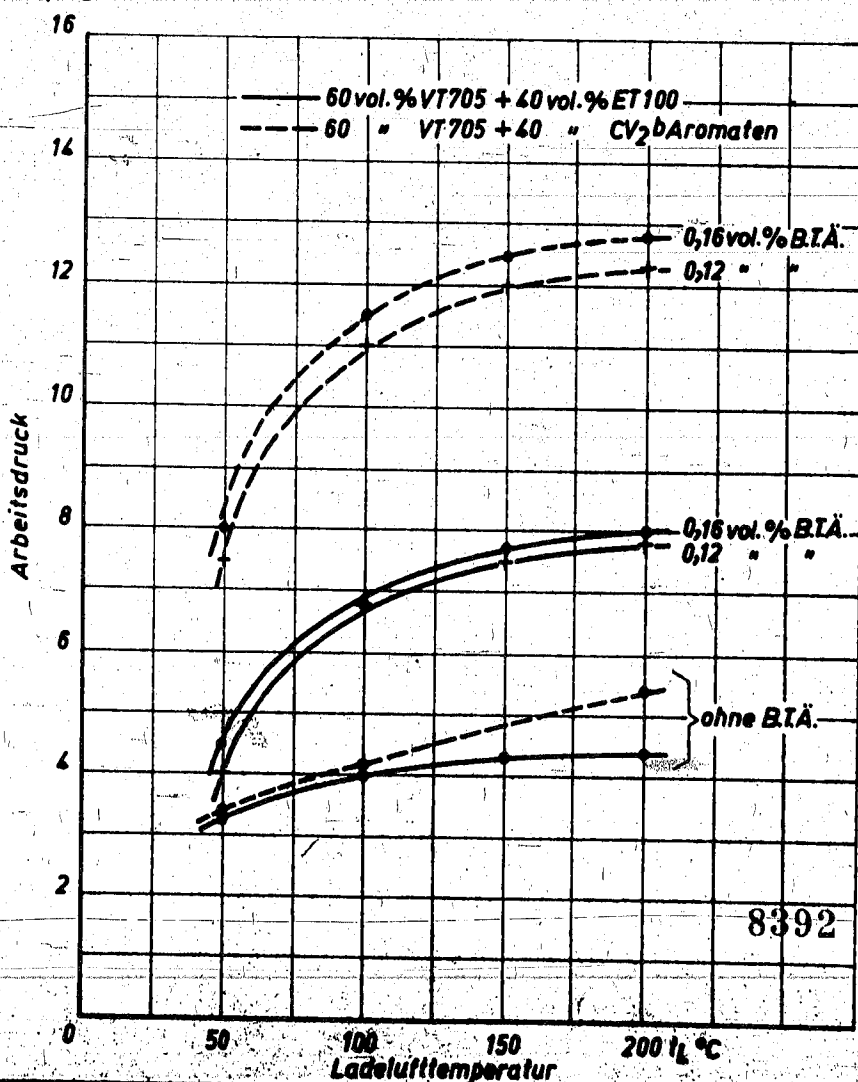
Drehzahl: $n = 1600/\text{min.}$

Zündung: $\approx 30^\circ \text{ v.o.T.}$

Einspritzbeginn: $\approx 25^\circ \text{ n.o.T. Saugperiode}$

Kühlluftdruck: $\approx 200 \text{ mm WS.}$

Δp_{me} at.



8392

Abhängigkeit der Luftüberschußzahl (an den max. und min. Arbeitsdrücken) von der Überladelufttemp. an der Klopfgrenze

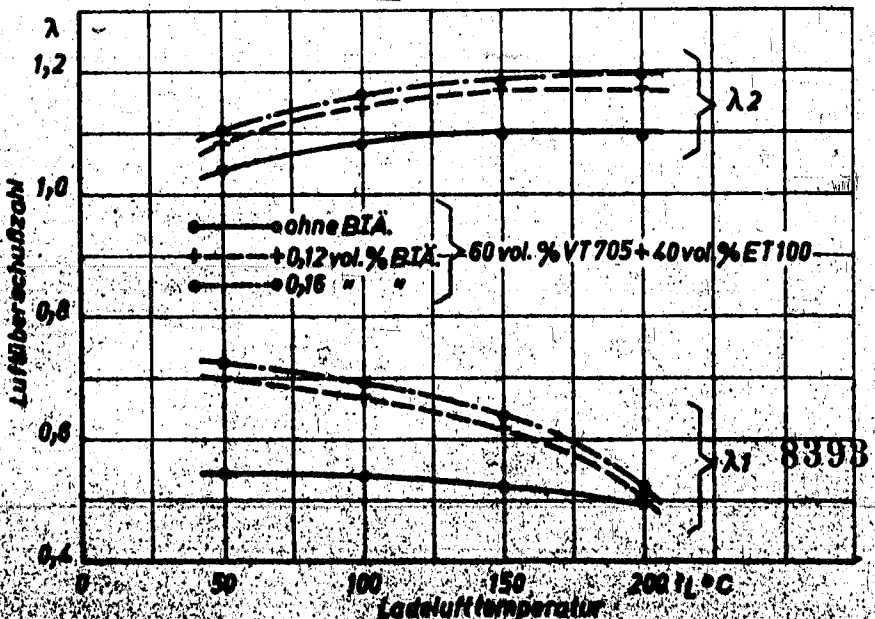
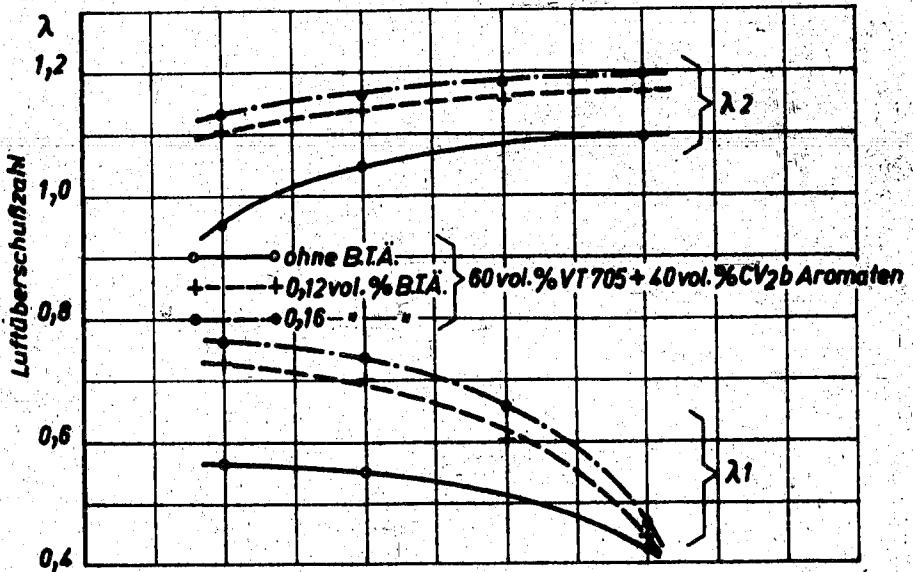
Verdichtungsverhältnis: $\varepsilon = 1,8$

Drehzahl: $n = 1600/\text{min}$

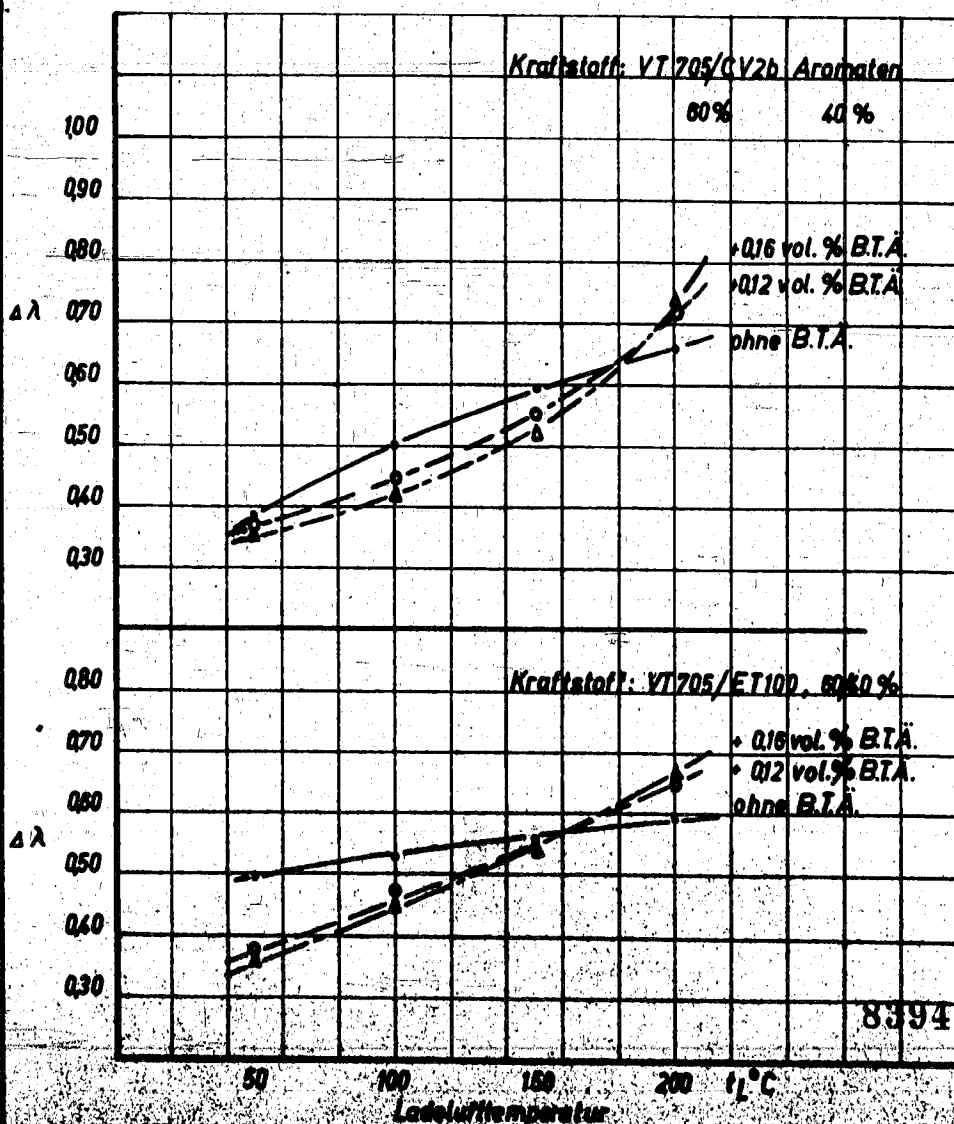
Zündung: $\approx 30^\circ$ v.o.T.

Einspritzbeginn: $\approx 25^\circ$ n.o.T. Saugperiode

Kühlluftdruck: $\approx 200\text{ mm WS}$



Abhängigkeit der $\Delta \lambda$ -Luftüberschußzahl von der Überladelufttemperatur an der Klopfgrenze



Abhängigkeit der $\text{tg } \alpha = \frac{dp_{me}}{d\lambda}$ -Werte von der Ladelufttemperatur an der Klopfgrenze

