

Geheim

Bericht des Technischen Prüfstandes Oppau

Nr. 498.

Klopffverhalten verbleiter und unverbleiter Kohlenwasserstoffgemische im BMW 132-Überlademotor.

Übersicht: Verschiedene organische Stoffe, Isooktan, Diisobutylen, Cyclohexan, Flugbenzol, Alkohol, Diisopropyläther und Diisopropylketon (Isobutyron), unverbleit und mit 0,12 Vol% BTÄ, wurden in verschiedenen Mischungen mit einem Grundbenzin VT 702 auf Klopffverhalten im I.G.-Prüfmotor nach der Motor- und Research-Methode und im BMW 132-Einzylinder-Motor nach dem Überladeverfahren untersucht.

Entsprechend dem Begriff der Bleiempfindlichkeit im Prüfmotor wurde auch für den BMW 132-Überlademotor eine Beziehung für die Bleiempfindlichkeit aufgestellt und außerdem eine verhältnißige Bleiempfindlichkeit gebildet.

Die Untersuchungen ergaben, daß entsprechend den unterschiedlichen Prüfbedingungen die Stoffe nach dem Motor-, Research- und Überladeverfahren verschieden bewertet werden und eine Beziehung zwischen den drei Verfahren nicht besteht.

Abgeschlossen am: 2. Mai 1942.L.
 Bearbeiter: Dipl. Ing. Witschakowski.

Die vorliegende Ausfertigung enthält
 8 Textblätter
 21 Bildblätter

Verteiler

Nr.	am	Empfänger	Nr.	am	Empfänger
1		RLM, Abt. GL/A-M			
2		Fl. Oberstabsing. Mücklich			
3		DVL, Berlin			
4		Dr. Seeber,			
5-7		Erprobungsstelle Rechlin			
8		Dipl. Ing. Lange			
9		Dir. Dr. Müller-Cunradi			
10-14		Hochdruck			
		Cbering. Penzig			
		Dipl. Ing. Witschakowski			
		Techn. Prüfstand Oppau.			

2498
 2502
 2503
 2504
 2505
 2496

Zweck der Versuche.

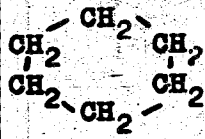
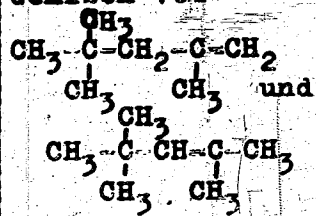
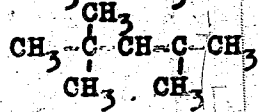
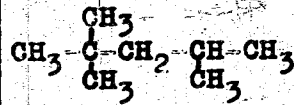
Die Untersuchungen hatten den Zweck festzustellen, ob bei einigen einfachen Typen organischer Verbindungen hinsichtlich ihres Klopfverhaltens im I.G.-Prüfmotor nach dem Motor- und Researchverfahren und im BMW 132-Überlademotor eine Übereinstimmung beispielsweise in der Reihenfolge der Bewertung besteht oder ob sich irgend eine Beziehung zwischen den drei Prüfverfahren herleiten läßt.

Durchführung der Versuche.

Die Prüfung des Klopfverhaltens im I.G.-Prüfmotor und im BMW 132-Überlademotor erstreckte sich auf folgende einfache organische Verbindungen:

1) Isooktan	als Vertreter der Isoparaffine
2) Diisobutylen	" " " Isoolefine
3) Cyclohexan	" " " Naphthene
4) Flugbenzol	" " " Aromaten
5) Äthylalkohol	" " " Alkohole
6) Diisopropyläther	" " " Äther
7) Diisopropylketon	" " " Ketone

Über den chemischen Aufbau und über einige analytische Daten gibt die folgende Zusammenstellung Aufschluß.

Bezeichnung	Summenformel	Strukturformel	Wichte	theor. Luftbedarf kg/kg	Heiswert kcal/kg
Cyclohexan	C_6H_{12}		0,778/20°	14,72	10390
Isopropyläther	$C_6H_{14}O$	$(CH_3)_2CH-O-CH(CH_3)_2$	0,739/20°	12,1	8660
Diisopropylketon (Isobutyron)	$C_7H_{14}O$	$(CH_3)_2CH-CO-CH(CH_3)_2$	0,806/20°	12,05	8340
Diisobutylen	C_8H_{16}	Gemisch von  und 	0,715/20°	14,72	10430
Alkohol	C_2H_6O	CH_3-CH_2OH	0,789/20°	8,96	6400
Techn. Isooktan	C_8H_{18}		0,695/20°	15,05	10680
Flugbenzol	C_nH_{2n-6}		0,878/20°	13,2	9600

Während bei Alkoholen und Ketonen der Einfluß der Alkohol- und Keton-Gruppe so überwiegt, daß die Wirkung einer Verzweigung zurücktritt (Di-n-Propylketon hat praktisch die gleiche Oktanzahl wie die Iso-Verbindung) und die genannten Stoffe als typische Vertreter ihrer Klasse gelten können, ist bei Äther die Art und der Grad der Verzweigung von großem grundsätzlichen Einfluß. Von dem Isopropyläther ist jedoch bekannt, daß er ein sehr gutes Klopfverhalten aufweist.

Die genannten Stoffe wurden einem Grundbenzin VT 702 in 30, 60 und 100%igem Mischungsverhältnis zugesetzt und das Klopfverhalten dieser Mischungen unverbleit und mit 0,12 Vol% BTÄ untersucht. Ferner wurde auch die Bleiempfindlichkeit bestimmt.

1) Motor- u. Research-Oktanzahlen am I.G.-Prüfmotor.

Im Prüfmotor wurden zunächst die Motor- und Research-Oktanzahlen ermittelt. Über dem Mischungsverhältnis sind im Blatt 1 die Oktanzahlen der unverbleiten und verbleiten Mischungen wiedergegeben. Zunächst kann man feststellen, daß die ROZ des Grundbenzins VT 702 in unverbleitem und verbleitem Zustand durch den Zusatz eines der genannten Stoffe in jedem Fall verbessert wird. Unverbleit wird die ROZ des Grundbenzins am stärksten durch Alkoholzusatz gesteigert, es folgen Diisobutylen, Flugbenzol, Diisopropyläther, Isooktan, Cyclohexan und schließlich Diisopropylketon. Die Reihenfolge ändert sich sofort, wenn man die verbleiten Mischungen betrachtet. Wie die folgende Aufstellung zeigt, kommt schon die unterschiedliche Bleiempfindlichkeit zum Ausdruck.

Reihenfolge der Bewertung.

<u>ROZ unverbleit</u>	<u>ROZ mit 0,12 Vol% BTÄ</u>
Alkohol	Diisobutylen
Diisobutylen	Alkohol
Flugbenzol	Flugbenzol
Diisopropyläther	Diisopropylketon
Isooktan	Diisopropyläther
Cyclohexan	Isooktan
Diisopropylketon	Cyclohexan

Daß nicht in allen Fällen durch den Bleisatz das Klopfverhalten verbessert wird, erkennt man beim Alkohol und beim Flugbenzol, wie die Motor-Oktanzahlen in Bild 2 auf Blatt 1 zeigen. Danach ist bei etwa 65%igen Alkohol-Zusatz bzw. bei etwa 95%igem Flugbenzol-Zusatz die Motor-Oktanzahl der unverbleiten und der verbleiten Mischung einander gleich. Geht man über dieses Mischungsverhältnis hinaus, so ergibt die unverbleite Mischung eine höhere Oktanzahl als die verbleite. Die gleiche Beobachtung macht man auch bei den Research-Oktanzahlen, wenn man sich die Alkohol- und Flugbenzol-Kurven über den gezeichneten Verlauf verlängert denkt. Man kommt dann auf ähnliche Mischungsverhältnisse (vergl. auch die Zahlentafel 1 auf Blatt 2).

Daß sich beim Motor- und Research-Verfahren die Reihenfolge der Stoffe ändert, ist durch die unterschiedliche Temperaturempfindlichkeit begründet. Ein sehr gutes Klopfverhalten nach der Motormethode (Blatt 1, Bild 2) zeigen mit zunehmendem Mischungsverhältnis die verbleiten Mischungen mit Diisopropyläther, mit Isooktan, mit Isopropylketon und schließlich mit Flugbenzol, während sich bei den verbleiten Diisobutylen, Alkohol- und Cyclohexan-Mischungen die Motor-Oktanzahlen nur noch wenig ändern. (Vergl. folgende Aufstellung.)

Reihenfolge der Bewertung.

MOZ mit 0,12 Vol% BTÄ.

Diisopropyläther
Isooktan
Isopropylketon
Flugbenzol
Diisobutylen
Alkohol
Cyclohexan.

Schließlich läßt sich noch zeigen, daß 100% Isopropyläther, unverbleit, die gleiche Motor-Oktanzahl ergibt, wie beispiels-

weise 75% Isopropylketon-Zusatz, verbleit, oder 55% Isooktan-Zusatz, verbleit.

Die Bleiempfindlichkeit, dargestellt als Differenz der Oktanzahl mit und ohne Bleigehalt gibt dasselbe Bild wie der gebräuchlichere Ausdruck

$$E = \frac{\Delta \text{OZ} \times \text{OZ} (\text{unverbleit})}{K}$$

wie Blatt 2 und 3 ergeben. Die Bleiempfindlichkeit E kann mit erhöhter Konzentration zunehmen, wie beim Isopropyläther und beim Isooktan, oder abnehmen, wie beim Cyclohexan und beim Diisobutylen und sie kann schließlich sogar negativ werden wie beim Flugbenzol und beim Alkohol (vergl. Bild 6 auf Blatt 3 und Zahlentafel 2 auf Blatt 21).

Der Vollständigkeit halber ist die Bleiempfindlichkeit auch noch in Research- und Motor-Oktanzahlen in der üblichen Darstellung des Oppauer Liniennetzes in Abhängigkeit vom Bleigehalt für die drei untersuchten Mischungsverhältnisse 30, 60 und 100% wiedergegeben (vergl. Blatt 4-9). Durch diese Darstellung läßt sich auch sehr anschaulich die negative Bleiempfindlichkeit von Alkohol und Flugbenzol wiedergeben (fallende Geraden, vergl. Blatt 7). Die Neigung der Geraden ist bekanntlich ein Maß für die Bleiempfindlichkeit. Eine steil ansteigende Gerade weist auf eine hohe Bleiempfindlichkeit hin.

2) Klopfgrenzkurven im BMW 132-Überlademotor.

Die bei einem Verdichtungsverhältnis von 1:6,5 bei einer Drehzahl von $n = 1600$, bei einer Ladelufttemperatur von 130° und bei einer Vorzündung von 30° v. o. F. von den unverbleiten und mit 0,12 Vol% BTÄ verbleiten Mischungen aufgenommenen Klopfgrenzkurven

sind in den Blättern 10 bis 17 dargestellt. In Blatt 18, Bild 7 sind ferner über dem Mischungsverhältnis die Minima der Klopfgrenzkurven (Luftverhältniszahl $\approx 1,1$) aufgetragen. Bildet man die Unterschiede aus den Klopfgrenzkurven-Minima der verbleiten und unverbleiten Mischungen, so erhält man die $\Delta P_{me_{min}}$ -Werte, die als ein Maß für die Bleiempfindlichkeit der Mischungen angesehen werden können (vergl. Blatt 18, Bild 8). Schließlich wurden in Anlehnung an die Bleiempfindlichkeitsbestimmung im I.G.-Prüfmotor eine "Bleiempfindlichkeit beim Überladeverfahren" errechnet.

$$E' = \frac{\Delta P_{me_{min}} \cdot P_{me_{min}}}{k}$$

Für 0,12 Vol% BTA-Zusatz wurde der Faktor $K = 1$ gesetzt. Für andere Bleizusätze wäre der Faktor entsprechend zu ergänzen. Die nach obiger Formel bestimmte Bleiempfindlichkeit beim Überladeverfahren ist für die untersuchten Mischungen in Bild 9 auf Blatt 18 wiedergegeben. Danach weisen, wie die Aufstellung zeigt, Diisopropyläther, Flugbenzol und Isooktan eine hohe Bleiempfindlichkeit auf, bei Cyclohexan, Diisobutylen und Diisopropylketon dagegen ist sie erheblich geringer.

Reihenfolge der Bewertung.

Bleiempfindlichkeit nach dem Überladeverfahren.

Diisopropyläther
Flugbenzol
Isooktan
Cyclohexan
Diisobutylen
Isobutylen
Alkohol.

In Blatt 19 ist noch die Bleiempfindlichkeit in Abhängigkeit von der Luftverhältniszahl wiedergegeben. Sie gibt darüber Aufschluß wie sich die gesamte Klopfgrenzkurve verlagert, wenn man einer un-

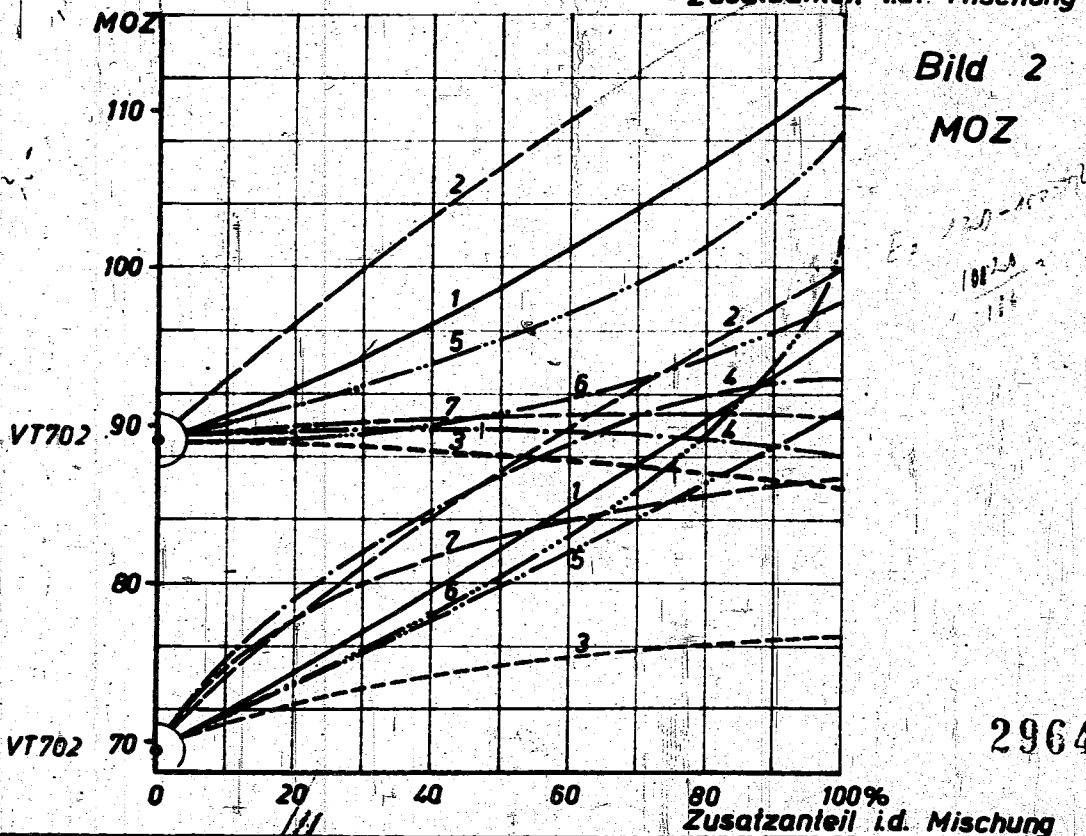
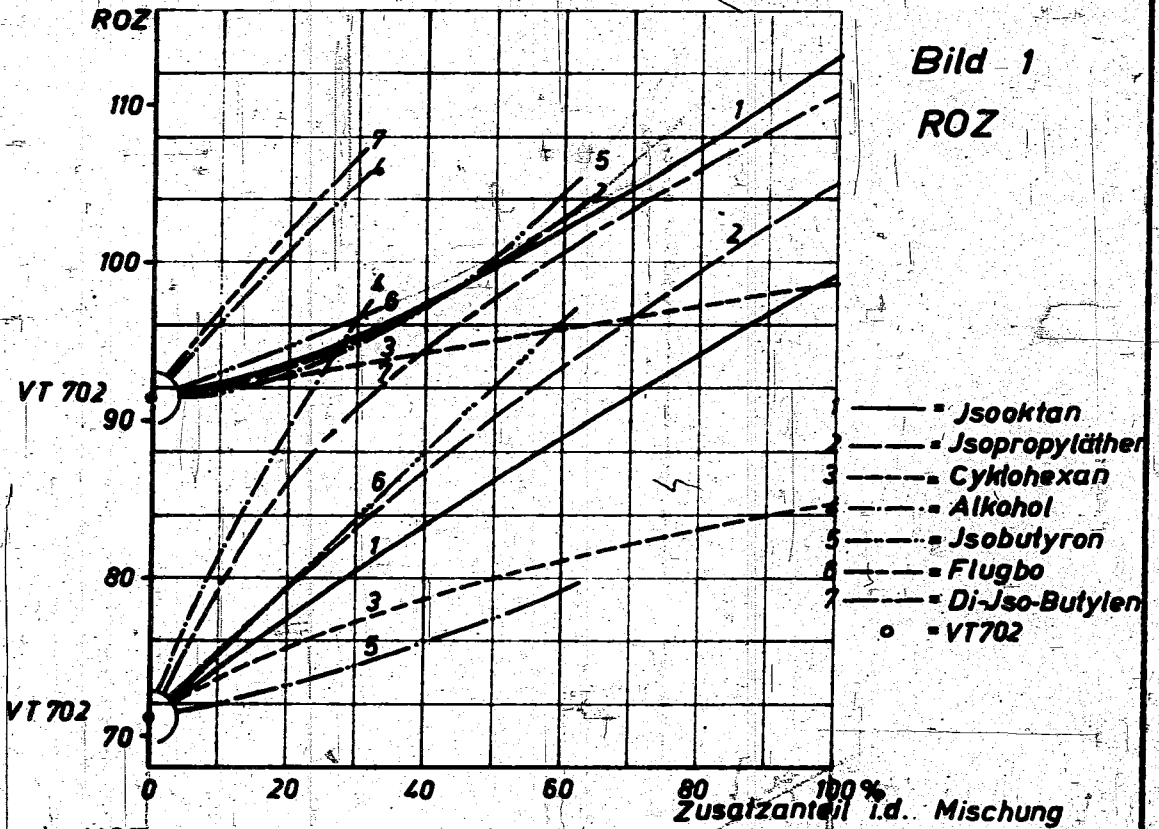
verbleiten Probe 0,12 Vol% BTÄ zusetzt. Die Kurven zeigen außerdem wie im Luftunterschußgebiet das Klopfverhalten durch den Zusatz von Blei stärker verbessert wird, als im Luftüberschußgebiet, beispielsweise beim Flugbenzol oder beim Cyclohexan. Isopropylketon und Isobutylen dagegen weisen eine sehr flache Bleiempfindlichkeitskurve auf.

Um die Werte der beim Überladeverfahren erhaltenen Klopf-grenzkurven (Nutzdruck p_{me} in at) mit den im I.G.-Prüfmotor nach der Motor- und Research-Methode gemessenen Oktanzahlen vergleichen zu können, wurde noch der Begriff der verhältnigen Bleiempfindlichkeit gebildet. Da die verhältnige Bleiempfindlichkeit eine dimensionslose Größe darstellt, ist ein Vergleich zwischen Oktanzahlmessung und Überladeverfahren möglich. Auf Blatt 20, Bild 13 und 14 sind zunächst die $\frac{\Delta ROZ}{ROZ}$ - und $\frac{\Delta MOZ}{MOZ}$ -Werte in Abhängigkeit vom Mischungsverhältnis aufgetragen. Der Einfluß der unterschiedlichen Untersuchungsbedingungen beim Research- und beim Motorverfahren läßt eine Übereinstimmung beispielsweise in der Reihenfolge der Bewertung der Stoffe nicht zu, wie wir eingangs bereits gezeigt haben. Dasselbe gilt natürlich, wenn man die verhältnige Bleiempfindlichkeit beim Überladeverfahren noch zum Vergleich heranzieht.

Reihenfolge der Bewertung.
Verhältnige Bleiempfindlichkeit.

Researchmethode	Motormethode	Überladeverfahren.
Isobutyron	Diisopropyläther	Isobutyron
Cyclohexan	Isooktan	Cyclohexan
Isooktan	Isobutyron	Isooktan
Diisobutylen	Cyclohexan	Flugbenzol
Flugbenzol	Flugbenzol	Diisopropyläther
Diisopropyläther	Diisobutylen	Diisobutylen
Alkohol	Alkohol	Alkohol.

Die Bewertung des Bleiempfindlichkeitswertes



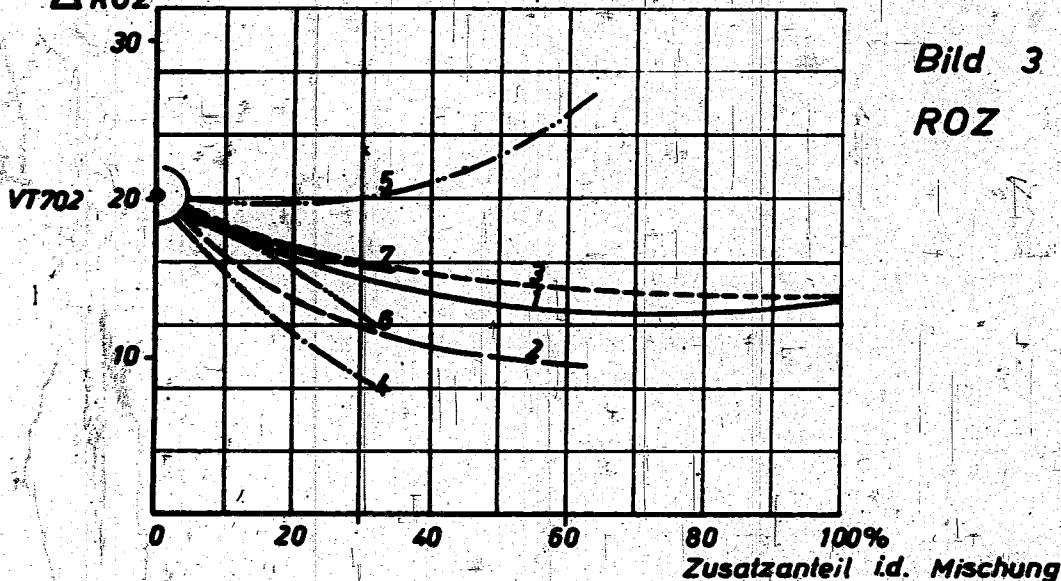
29649

Bleiempfindlichkeit

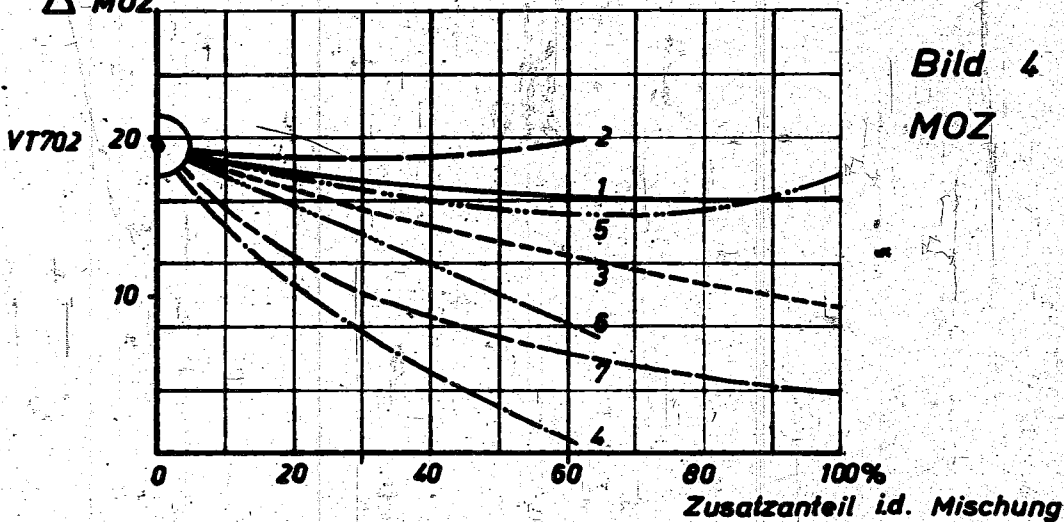
$$\Delta ROZ = (ROZ + 0,12\% BT\ddot{A}) - (ROZ \text{ ohne } BT\ddot{A})$$

$$\Delta MOZ = (MOZ + 0,12\% BT\ddot{A}) - (MOZ \text{ ohne } BT\ddot{A})$$

ΔROZ



ΔMOZ



- 1 ————— = Isooktan
- 2 - - - - - = Iso-Propyläther
- 3 - - - - - = Cyklohexan
- 4 - - - - - = Alkohol
- 5 - - - - - = Iso-Butyron
- 6 - - - - - = Flugbenzol
- 7 - - - - - = Di-Iso-Butylen
- = VT702

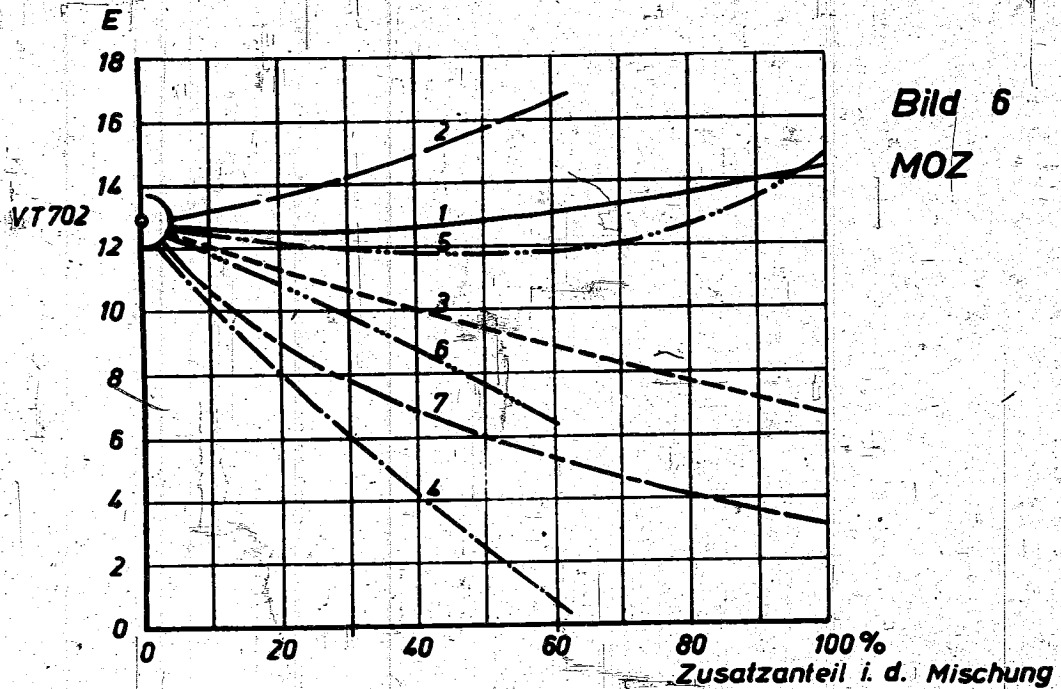
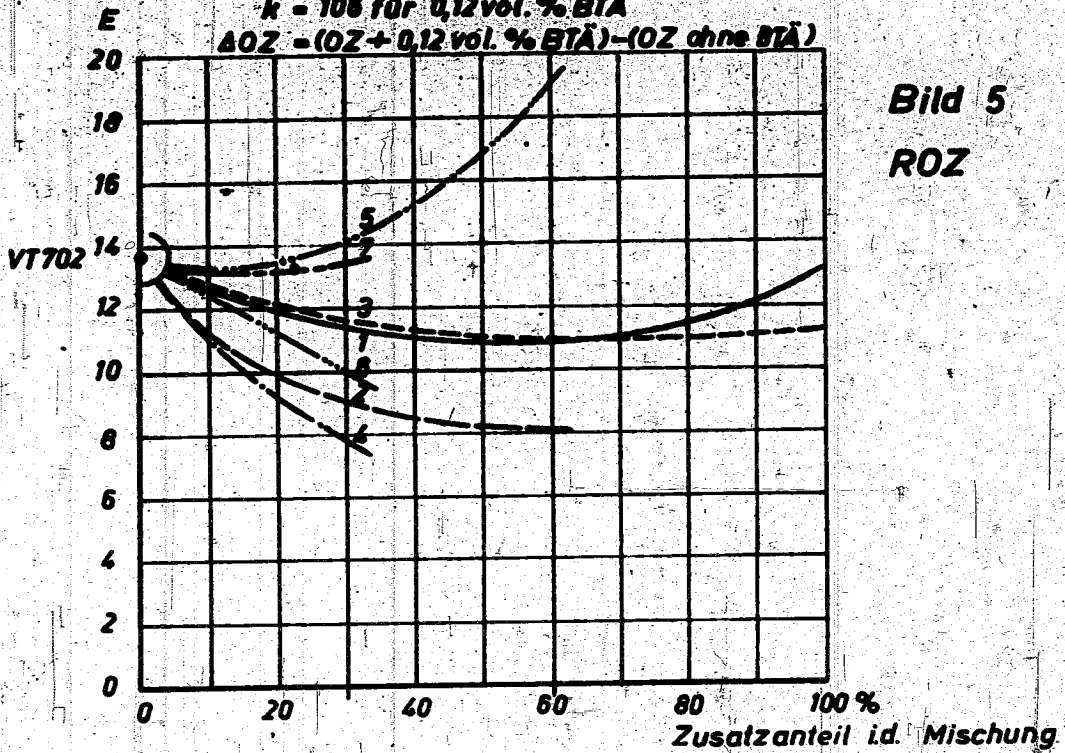
29650

Bleitempfindlichkeit

Formel: $E = \frac{\Delta OZ \times (OZ \text{ ohne BTÄ})}{k}$

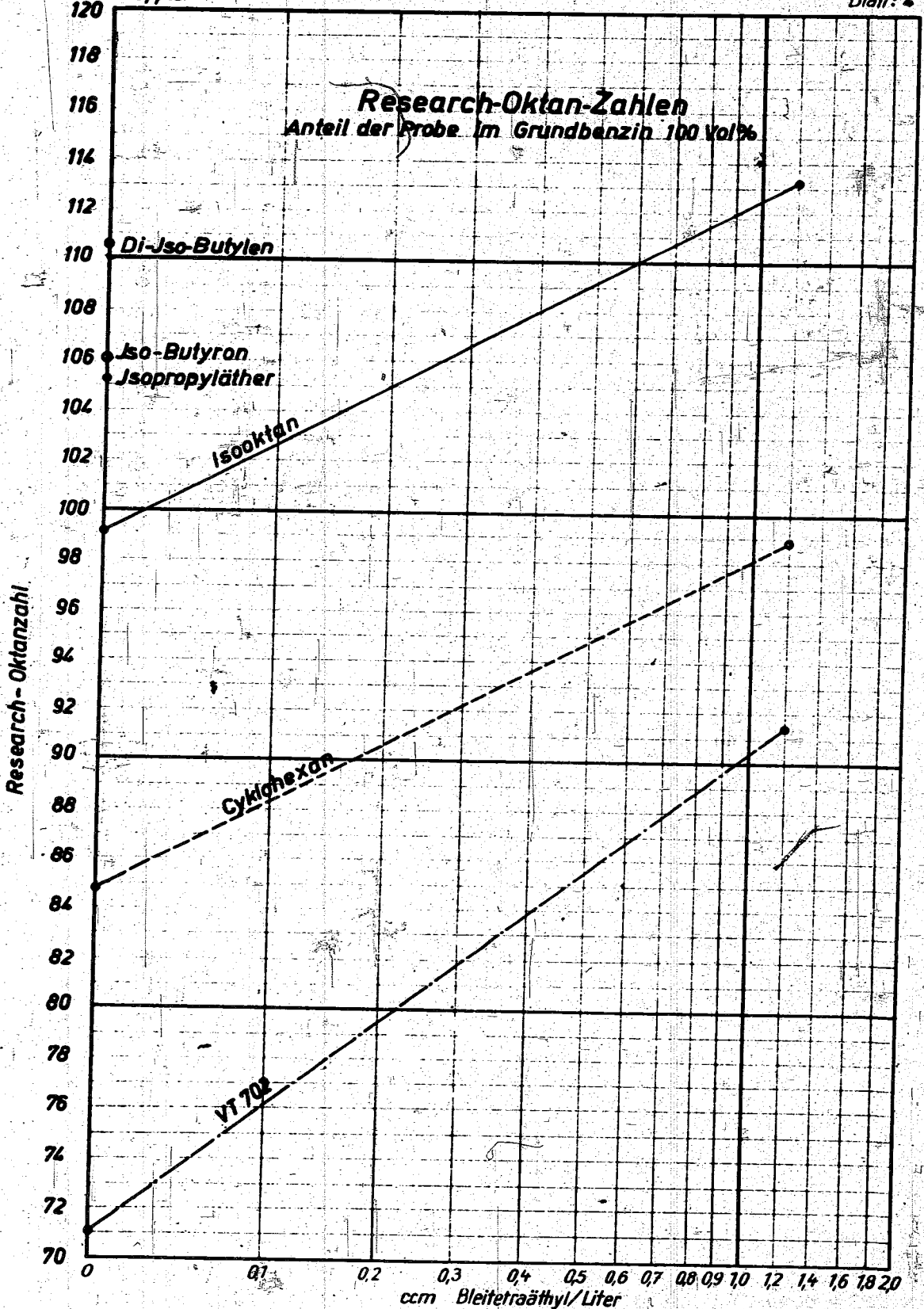
$k = 108 \text{ für } 0,12 \text{ vol. \% BTÄ}$

$\Delta OZ = (OZ + 0,12 \text{ vol. \% BTÄ}) - (OZ \text{ ohne BTÄ})$



- | | | | |
|-----------|-------------------|-----------|------------------|
| 1 ——— | • Isooktan | 5 ——— | • Iso-Butyron |
| 2 ——— | • Iso-Propyläther | 6 - - - - | • Flugbenzol |
| 3 - - - - | • Cyklohexan | 7 ——— | • Di-Iso-Butylen |
| 4 - - - - | • Alkohol | o | • VT702 |

29651



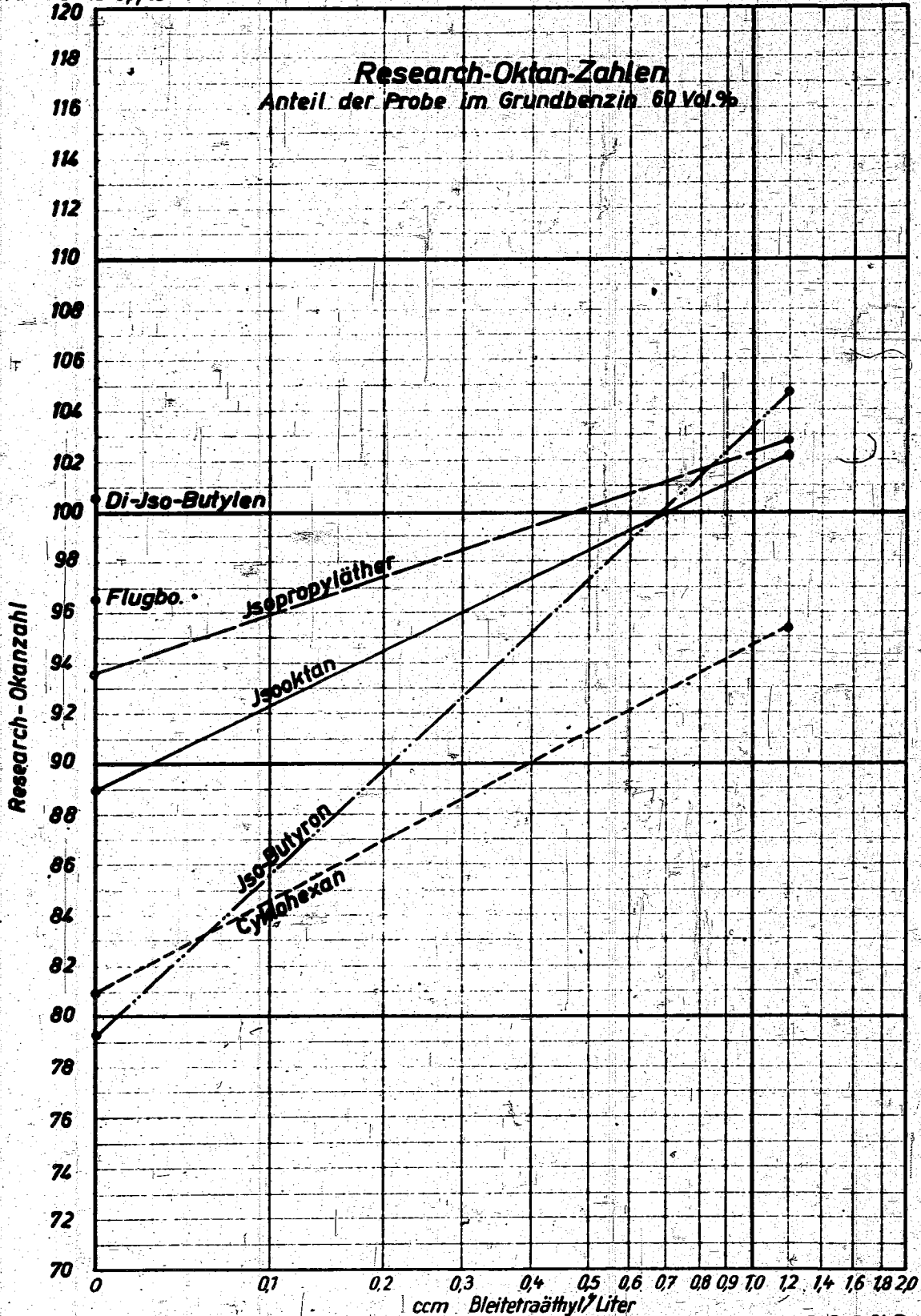
Motor: CFR
 Methode: Research
 Datum: 28. 6. 42

Kraftstoff: verschiedene Proben **29652**
 Bleiempfindlichkeit: siehe Zahlentafel

Prüfstelle Oppau

Zum Bericht Nr. 498 v. 2. 5. 42.

T.Pr.S. 2225



Motor: C.F.R.
 Methode: Research
 Datum: 28. 6. 42.

Kraftstoff: verschiedene Proben **29653**
 Bleiempfindlichkeit: siehe Zahlentafel

120

118

116

114

112

110

108

106

104

102

100

98

96

94

92

90

88

86

84

82

80

78

76

74

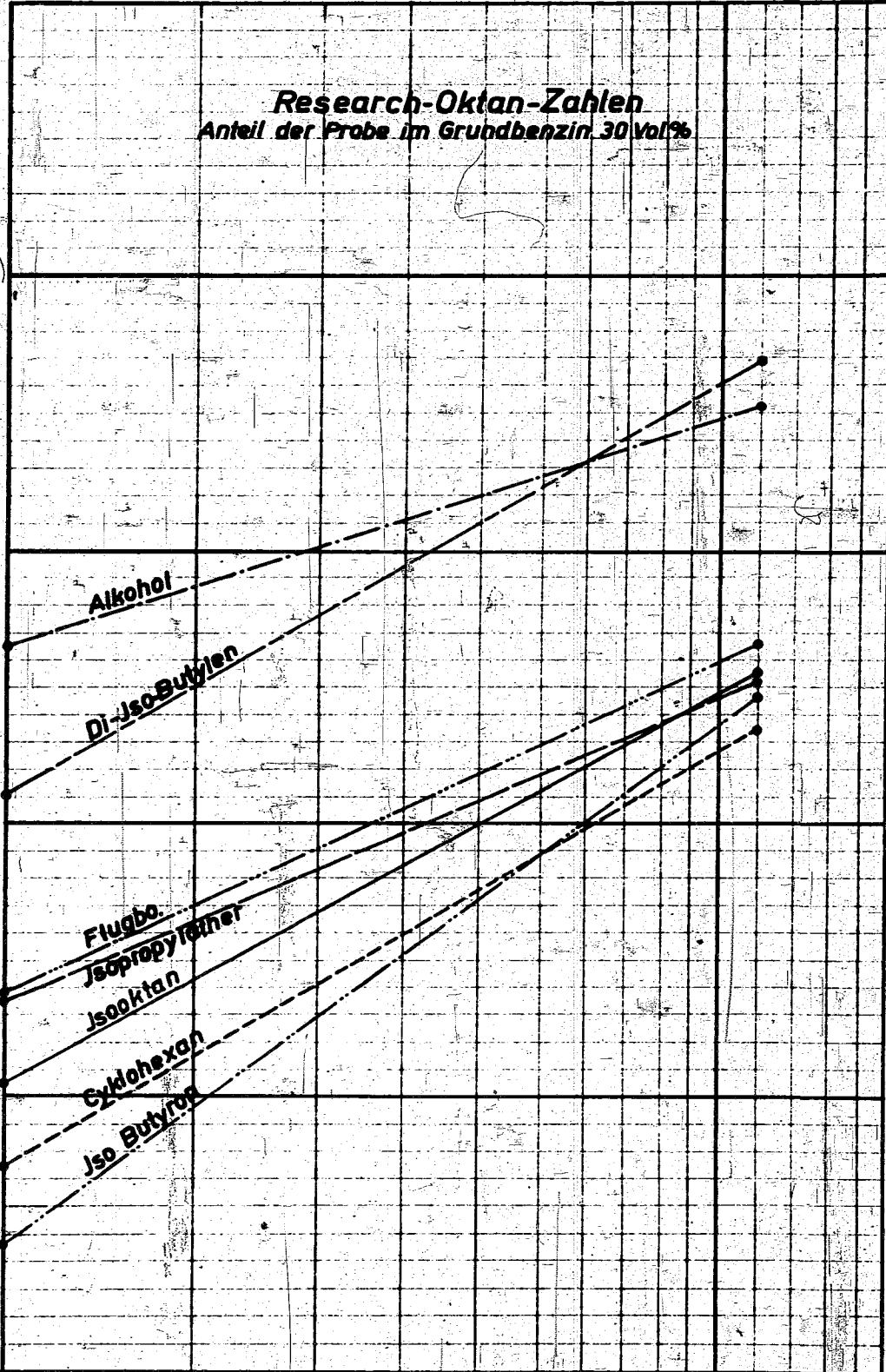
72

70

Research-Oktan-Zahlen

Anteil der Probe im Grundbenzin 30 Vol%

Research-Oktan-zahl



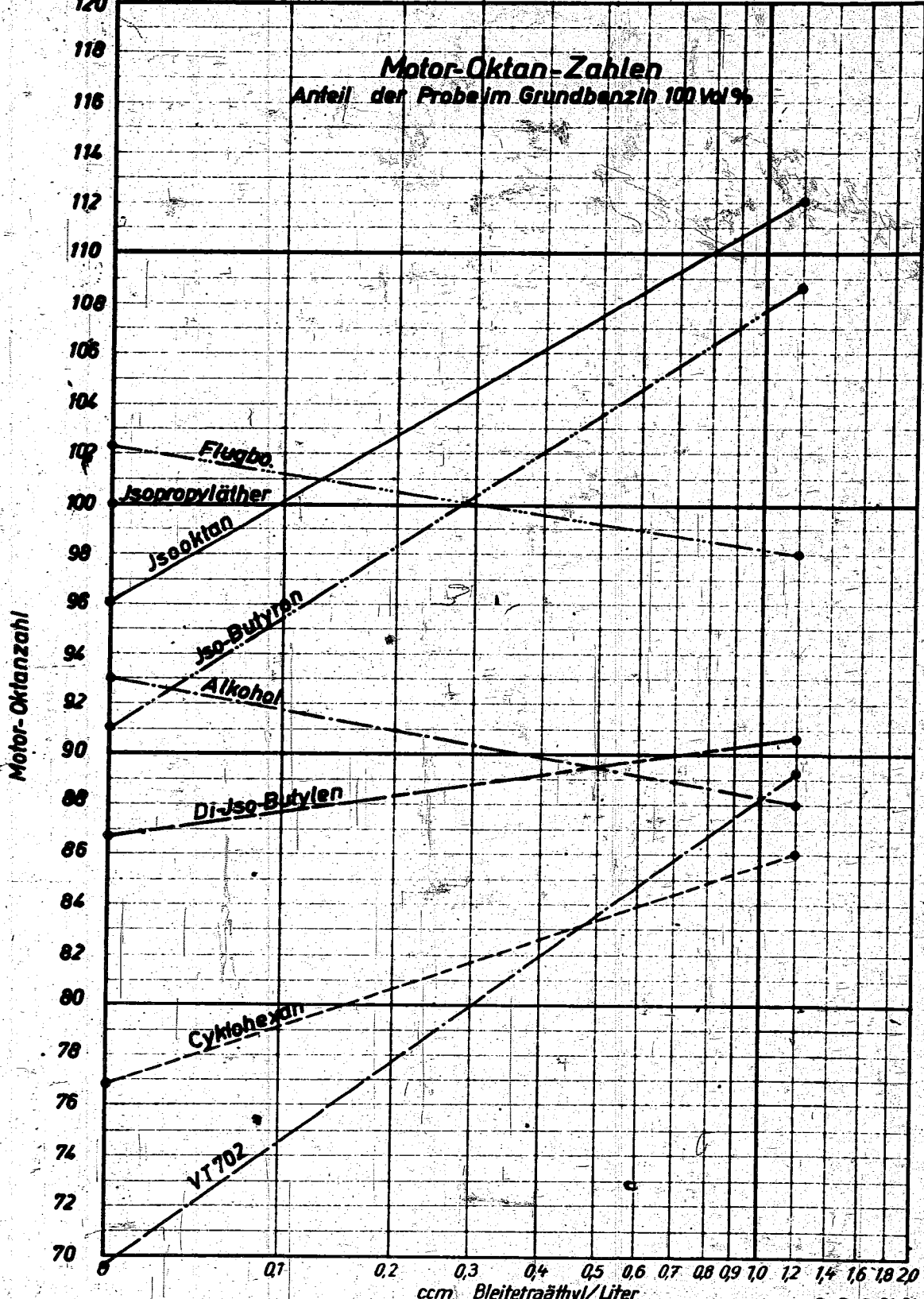
Motor: C.F.R.
 Methode: Research
 Datum: 20. 3. 42.

Kraftstoff: verschiedene Probe **29654**
 Bleiempfindlichkeit: siehe Zahlentafel

Prüfstelle: Oppau

Zum Bericht Nr.498 v. 2. 5.42.

T.Pr.S. 2227



Motor: CFR
 Methode: Motor
 Datum: 28. 5. 42

Kraftstoff: verschiedene Proben **29655**
 Bleiempfindlichkeit: siehe Zahlentafel

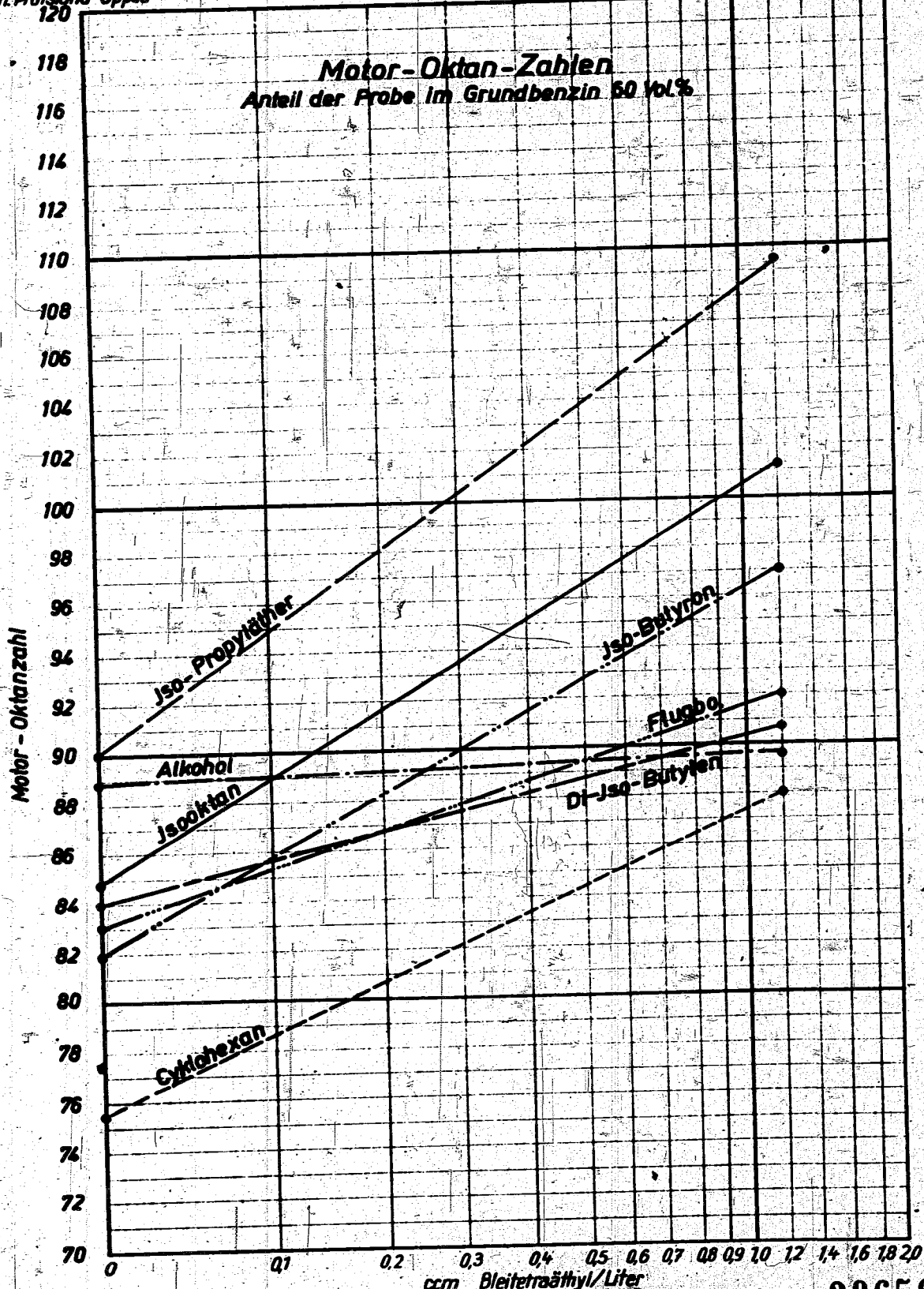
Prüfstelle: Oppau

Zum Bericht Nr. 498 v. 2. 5. 42.

T.Pr.S. 2228

Motor-Oktan-Zahlen

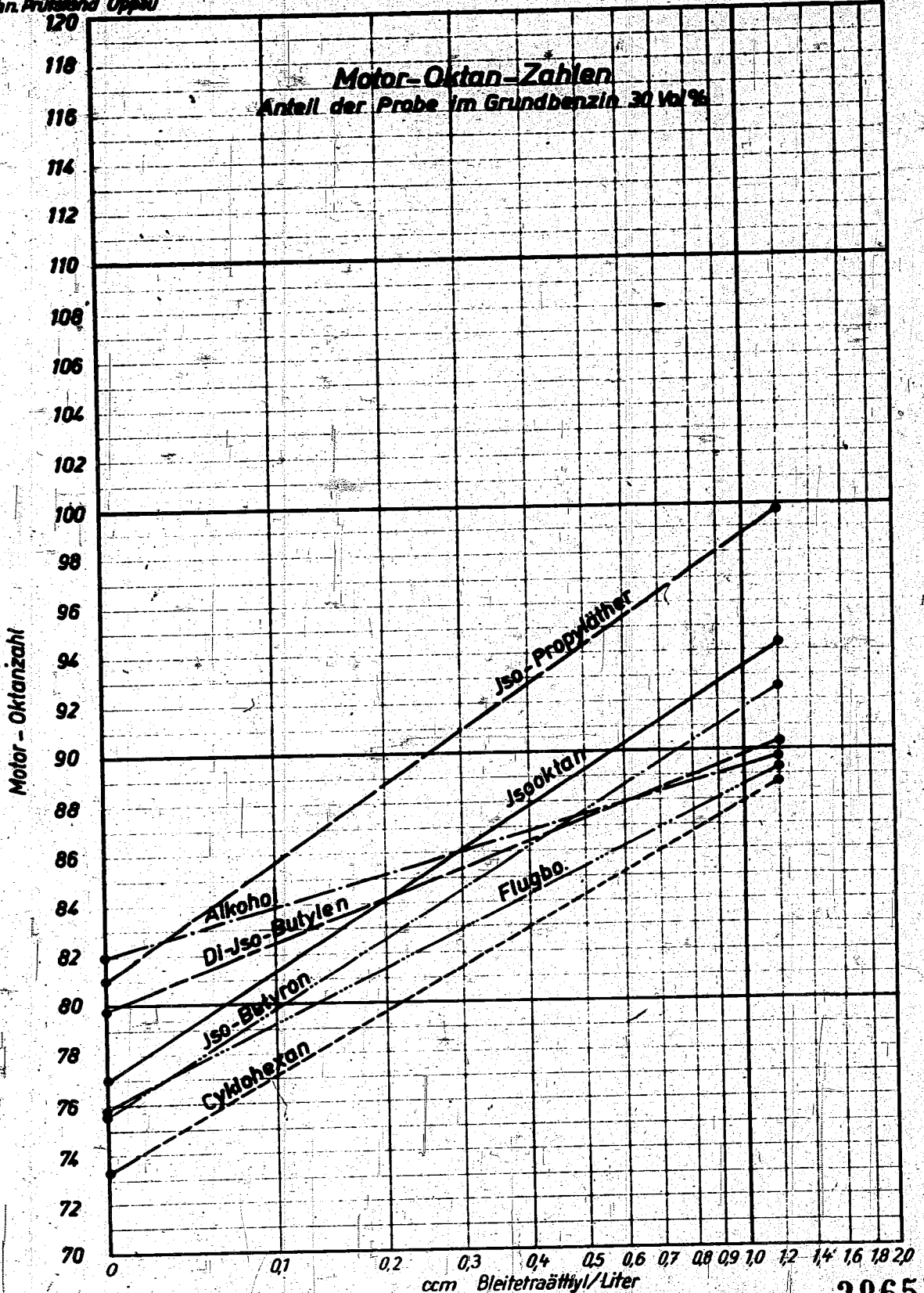
Anteil der Probe im Grundbenzin 50 Vol%



Motor: C.F.R.
 Methode: Motor
 Datum: 28.6.42

Kraftstoff: verschiedene Proben
 Bleimpfindlichkeit: siehe Zahlentafel

29656



Motor: CFR Kraftstoff: verschiedene Proben 29657
 Methode: Motor
 Datum: 28.6.42 Bleiempfindlichkeit: siehe Zahlentafel

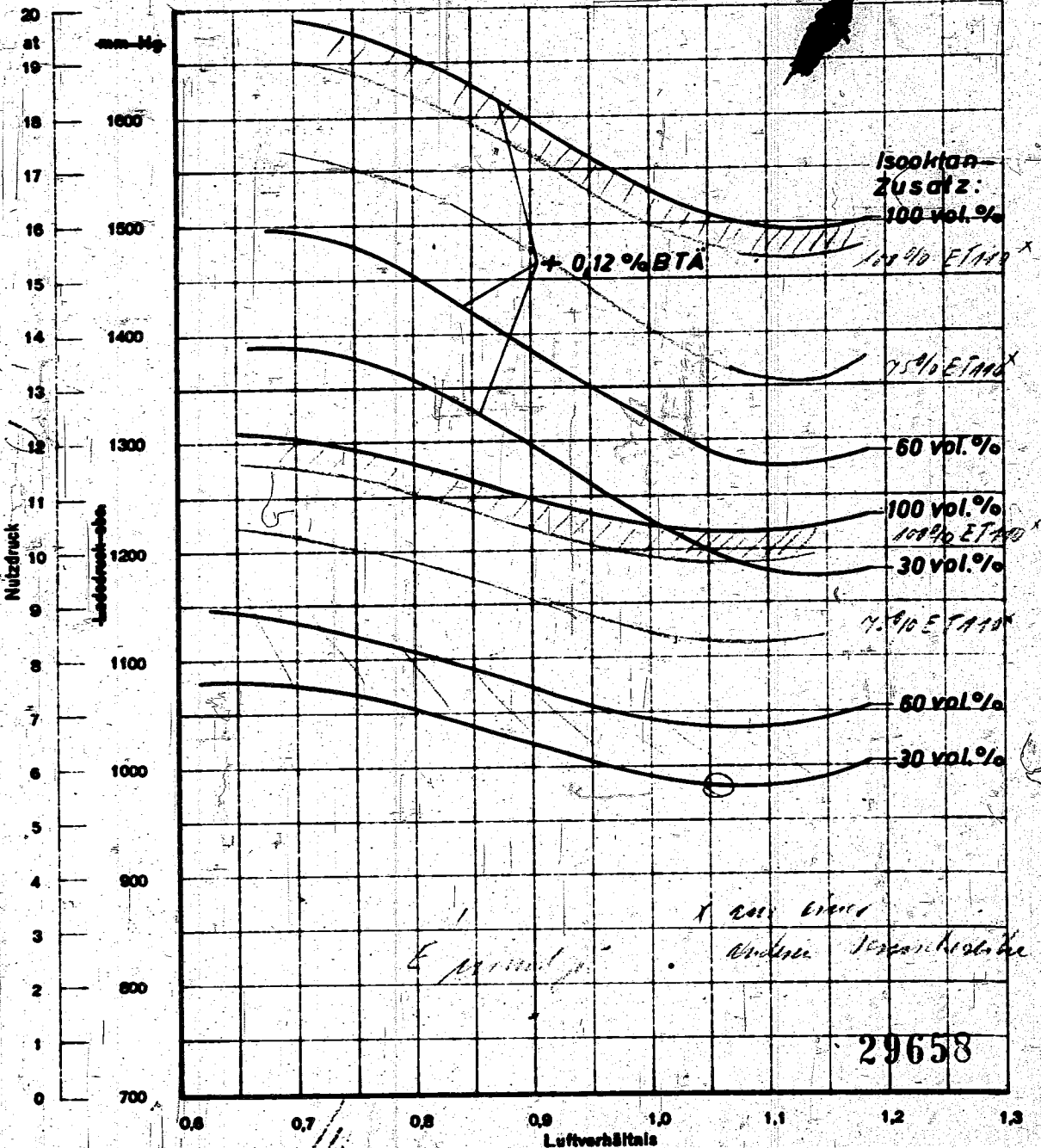
Klopfgrenzkurven nach dem Überladeverfahren

Motormuster: BMW 132 N Verdichtungsverhältnis: 1: 6,5

Motornummer: II Ladelufttemperatur: 130 °C

Versuchstag: _____ Zündzeitpunkt: 30 °v. o. T.

- | | |
|---|--------------------|
| 1. Prüfkraftstoff: <u>Isooktan + VT 702: 30:70%</u> | Versuch Nr.: _____ |
| 2. Prüfkraftstoff: _____ | Versuch Nr.: _____ |
| 3. Prüfkraftstoff: _____ | Versuch Nr.: _____ |
| 4. Prüfkraftstoff: _____ | Versuch Nr.: _____ |



Klopfgrenzkurven nach dem Überladeverfahren

Motormuster: BMW 132 N Verdichtungsverhältnis: 1:6,5

Motornummer: II Ladelufttemperatur: 130°

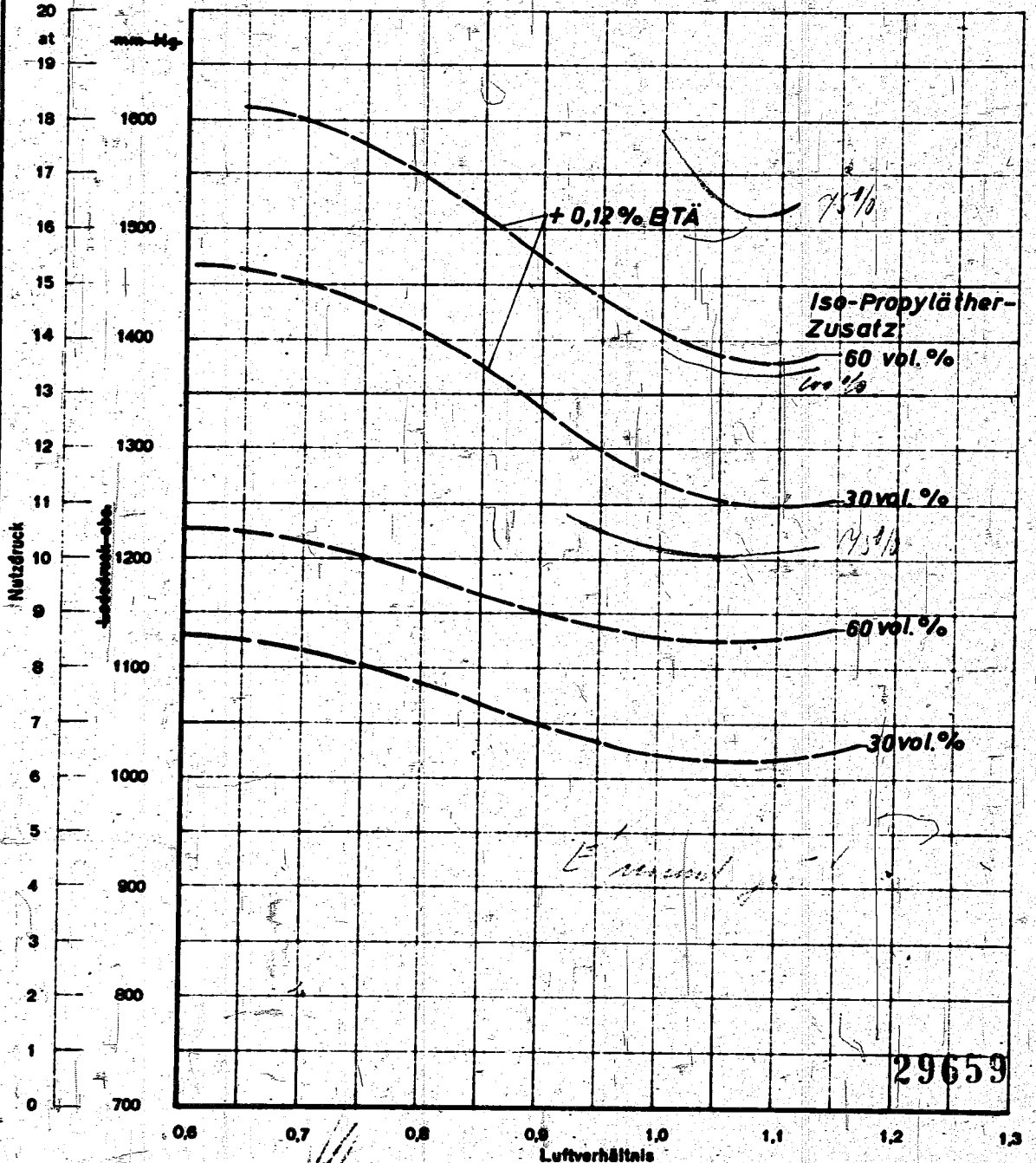
Versuchstag: _____ Zündzeitpunkt: 30° v. o. T.

1. Prüfkraftstoff: Iso-Propyläther + VT 702: 30:70% Versuch Nr.: _____

2. Prüfkraftstoff: " " " 60:40% Versuch Nr.: _____

3. Prüfkraftstoff: _____ Versuch Nr.: _____

4. Prüfkraftstoff: _____ Versuch Nr.: _____



Klopfgrenzkurven nach dem Überladeverfahren

Motormuster: BMW 132 N

Verdichtungsverhältnis: 1:6,5

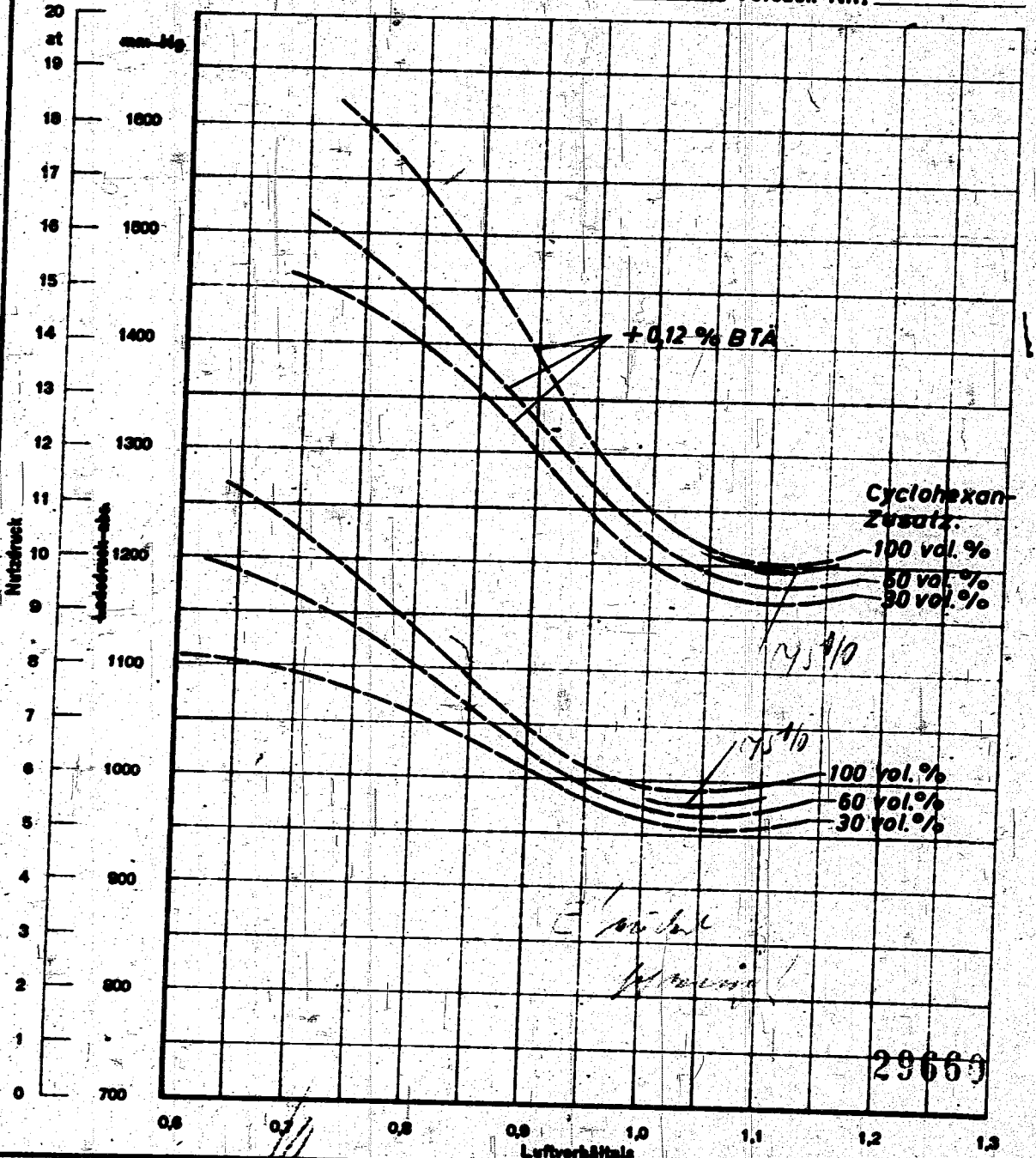
Motornummer: II

Ladelufttemperatur: 130°C

Versuchstag: _____

Zündzeitpunkt: 30° v. o. T.

- 1. Prüfkraftstoff: Cyclohexan + VT 702: 30:70% Versuch Nr.: _____
- 2. Prüfkraftstoff: " " 60:40% Versuch Nr.: _____
- 3. Prüfkraftstoff: " " 100:0% Versuch Nr.: _____
- 4. Prüfkraftstoff: _____ Versuch Nr.: _____



Techn. Prüfstand Oppau

Klopfgrenzkurven nach dem Überladeverfahren

Motormuster: BMW 132 N

Verdichtungsverhältnis: 1: 6,5

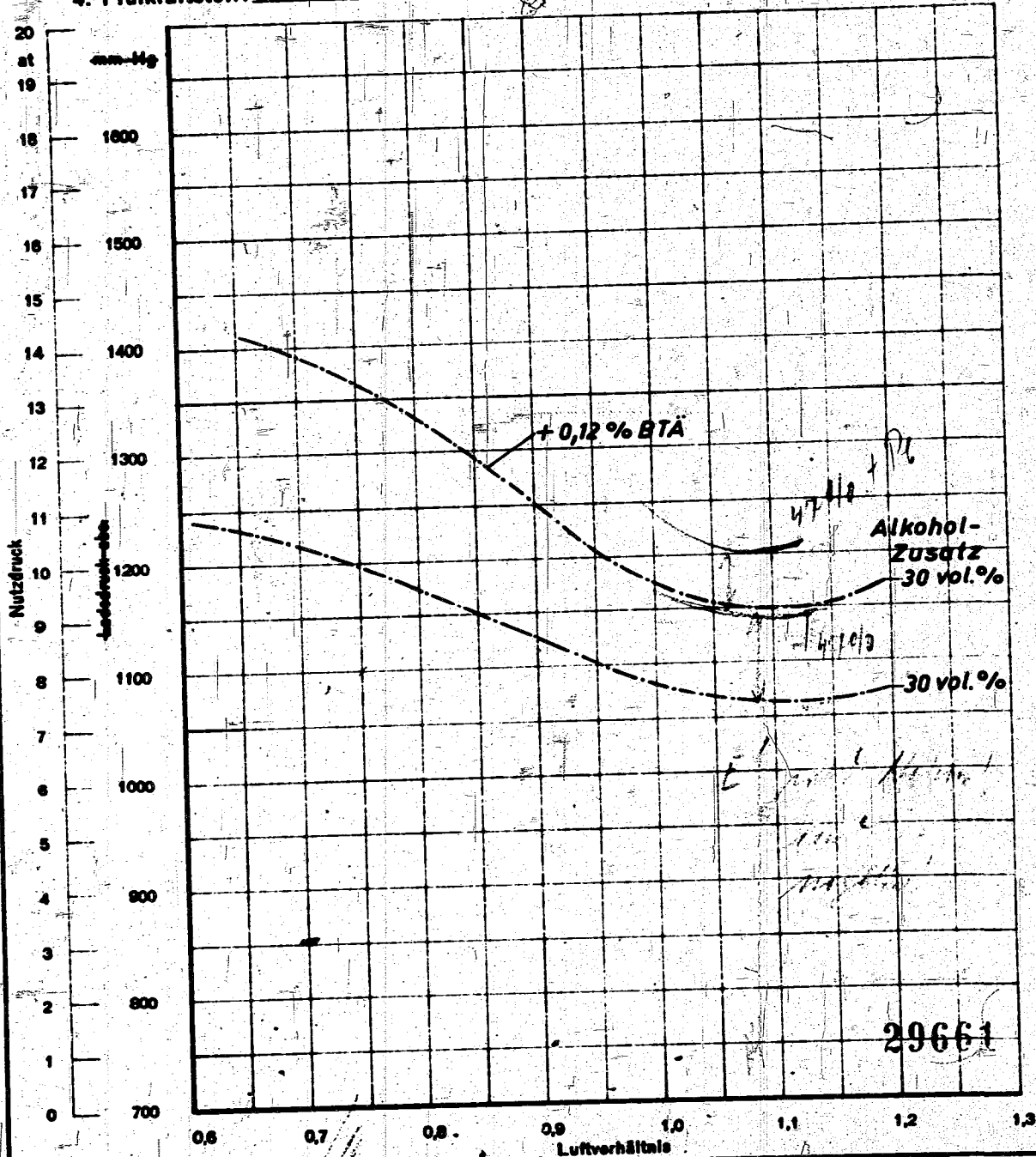
Motornummer: II

Ladelufttemperatur: 130 °C

Versuchstag: _____

Zündzeitpunkt: 30 °v. o. T.

- 1. Prüfkraftstoff: Alkohol + VT 702: 30 : 70 % Versuch Nr.: _____
- 2. Prüfkraftstoff: _____ Versuch Nr.: _____
- 3. Prüfkraftstoff: _____ Versuch Nr.: _____
- 4. Prüfkraftstoff: _____ Versuch Nr.: _____



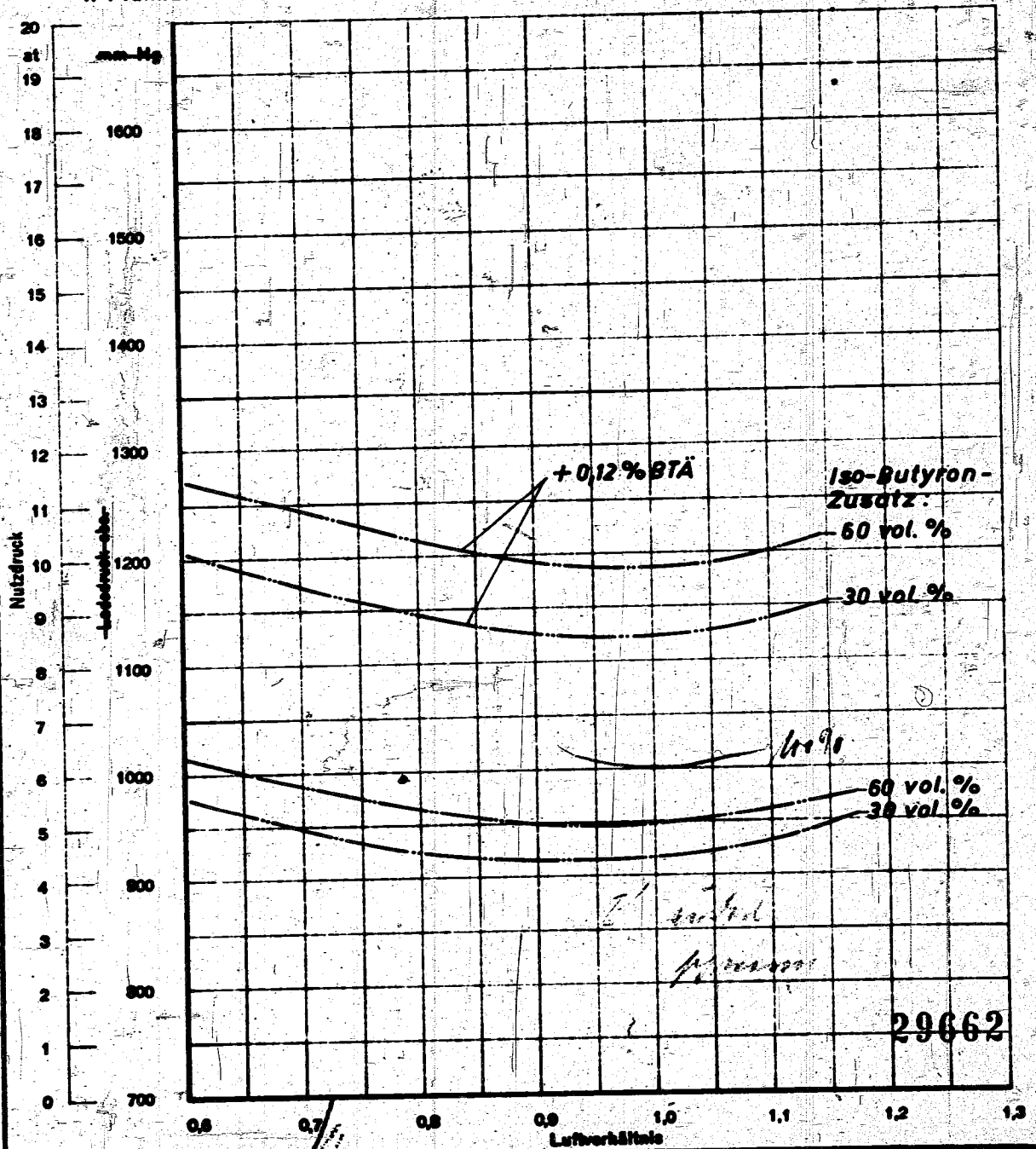
Klopfgrenzkurven nach dem Überladeverfahren

Motormuster: BMW 132 N Verdichtungsverhältnis: 1:6,5

Motornummer: II Ladelufttemperatur: 130 °C

Versuchstag: _____ Zündzeitpunkt: 30 °v. o. T.

- 1. Prüfkraftstoff: iso-Butyron + VT702: 30:70 % Versuch Nr.: _____
- 2. Prüfkraftstoff: _____ 60:40 % Versuch Nr.: _____
- 3. Prüfkraftstoff: _____ Versuch Nr.: _____
- 4. Prüfkraftstoff: _____ Versuch Nr.: _____



Klopfgrenzkurven nach dem Überladeverfahren

Motormuster: BMW 132 N

Verdichtungsverhältnis: 1: 6,5

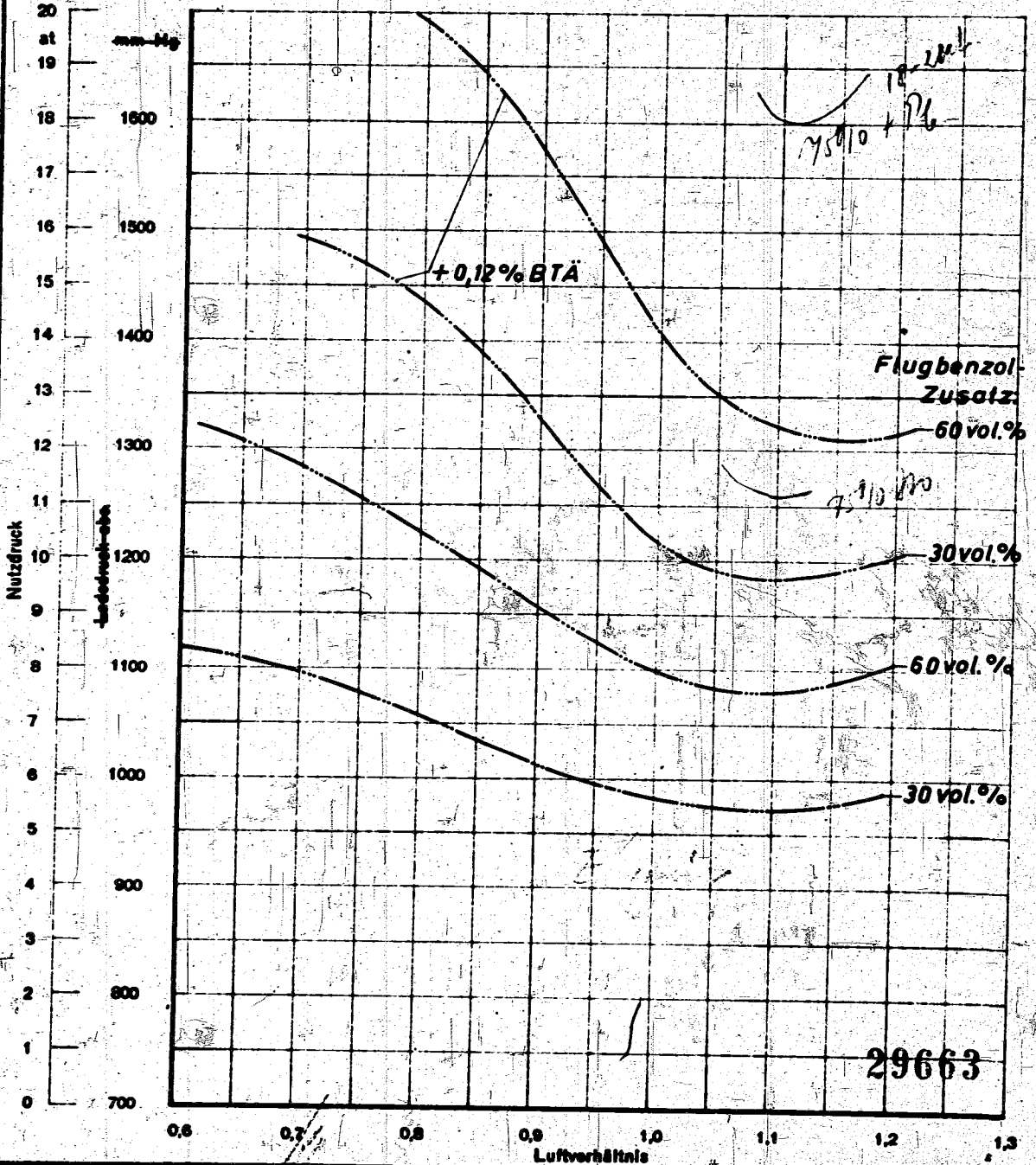
Motornummer: II

Ladelufttemperatur: 130 °C

Versuchstag: _____

Zündzeitpunkt: 30 °v. o. T.

- 1. Prüfkraftstoff: Flugbenzol + VT 702 : 30 : 70% Versuch Nr.: _____
- 2. Prüfkraftstoff: " : " : 60 : 40% Versuch Nr.: _____
- 3. Prüfkraftstoff: _____ Versuch Nr.: _____
- 4. Prüfkraftstoff: _____ Versuch Nr.: _____



275

Techn. Prüfstand Oppau

Klopfgrenzkurven nach dem Überladeverfahren

Motormuster: BMW 132 N

Verdichtungsverhältnis: 1: 6,5

Motornummer: II

Ladelufttemperatur: 130 °C

Versuchstag: _____

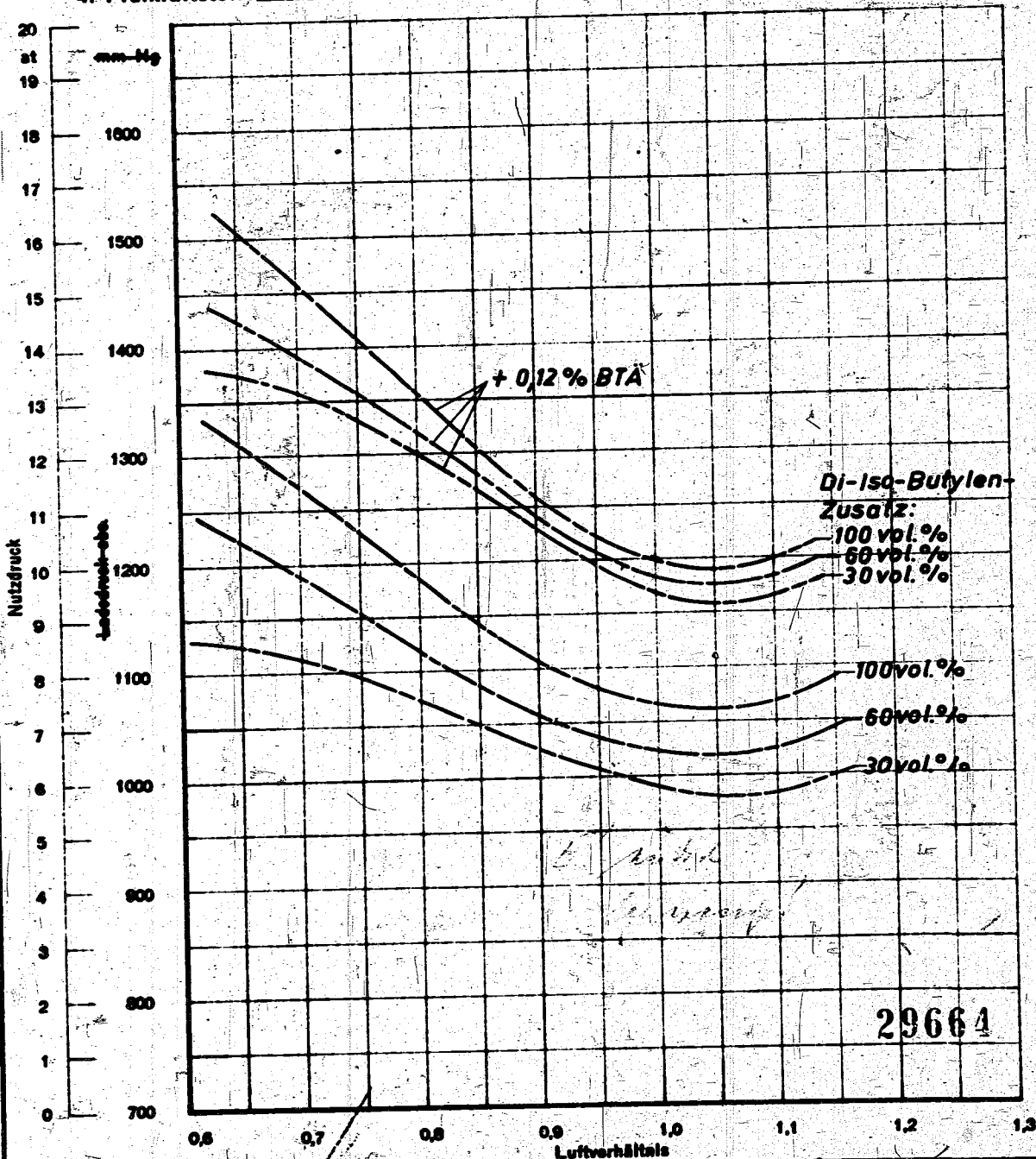
Zündzeitpunkt: 30 ov. o. T.

1. Prüfkraftstoff: Di-Iso-Butylen + VT702: 30:70% Versuch Nr.: _____

2. Prüfkraftstoff: " " 60:40% Versuch Nr.: _____

3. Prüfkraftstoff: " " 100:0% Versuch Nr.: _____

4. Prüfkraftstoff: _____ Versuch Nr.: _____



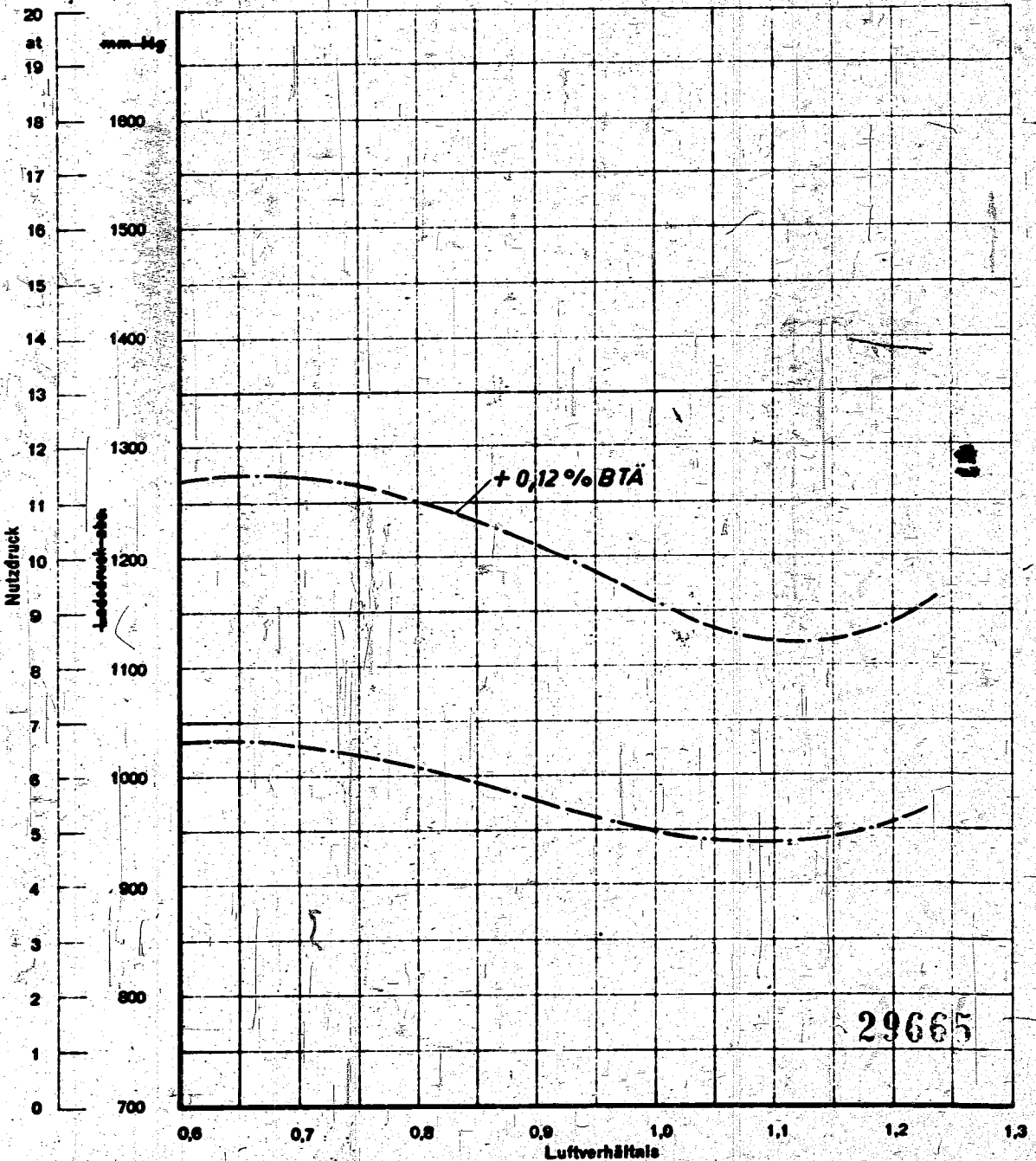
Klopfgrenzkurven nach dem Überladeverfahren

Motormuster: BMW 132 N Verdichtungsverhältnis: 1: 6,5

Motornummer: II Ladelufttemperatur: 130 °C

Versuchstag: _____ Zündzeitpunkt: 30 °v. o. T.

- 1. Prüfkraftstoff: VT 702 : 100 % Versuch Nr.: _____
- 2. Prüfkraftstoff: _____ Versuch Nr.: _____
- 3. Prüfkraftstoff: _____ Versuch Nr.: _____
- 4. Prüfkraftstoff: _____ Versuch Nr.: _____



Techn. Prüfstand
Oppau
 pm_e

**Bleiempfindlichkeit
bei Überladung**

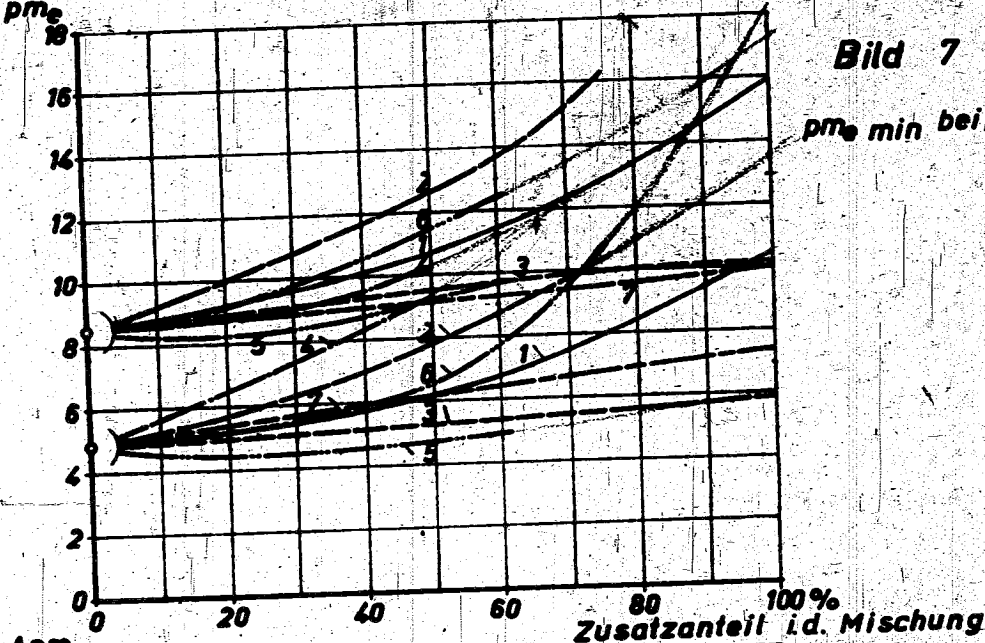


Bild 7

pm_e min bei $\lambda \sim 1,1$

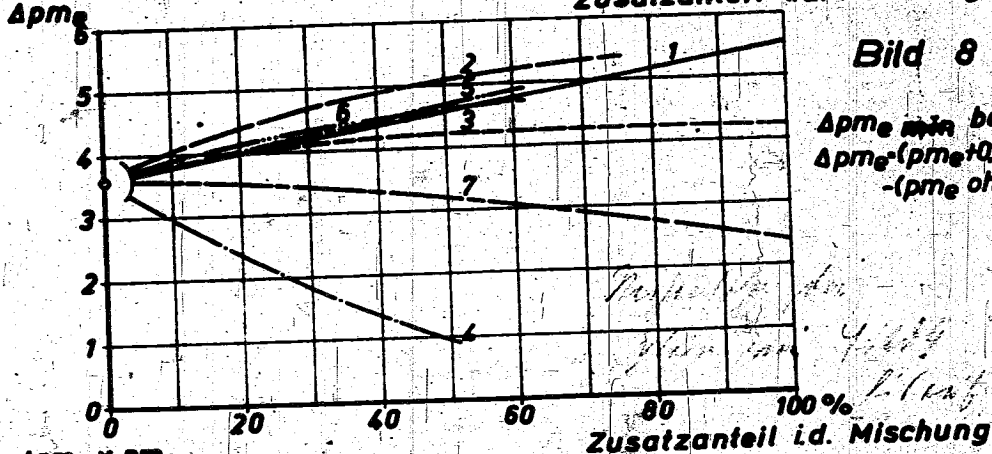


Bild 8

Δpm_e min bei $\lambda \sim 1,1$
 $\Delta pm_e = (pm_e + 0,12\% BT\ddot{A}) - (pm_e \text{ ohne } BT\ddot{A})$

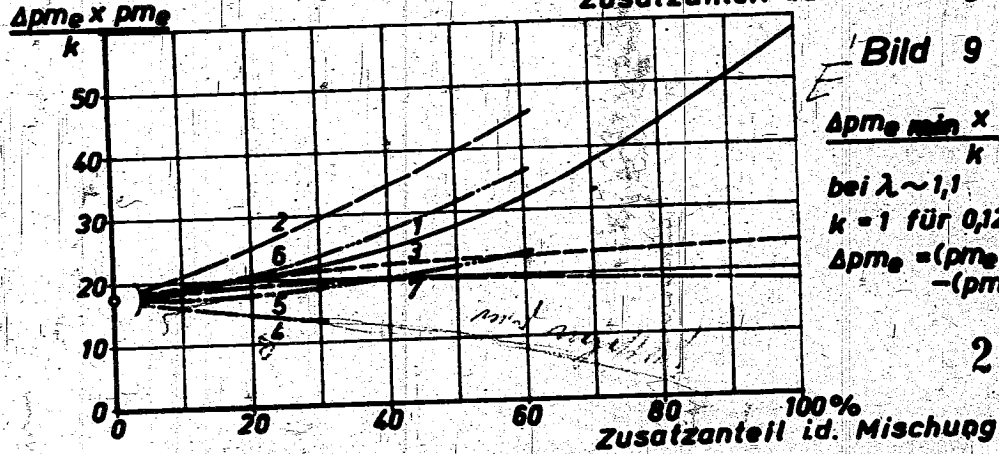


Bild 9

$\frac{\Delta pm_e \text{ min} \times pm_e \text{ min}}{k}$
 bei $\lambda \sim 1,1$
 $k = 1$ für 0,12 vol.% BT\ddot{A}
 $\Delta pm_e = (pm_e + 0,12\% BT\ddot{A}) - (pm_e \text{ ohne } BT\ddot{A})$

29666

- 1 — Isooktan
- 2 — Iso-Prop\ddot{a}ther
- 3 — Cyclohexan
- 4 — Alkohol
- 5 — Iso-Butyron
- 6 — Flugbenzol
- 7 — Di-Iso-Butylen
- o — VT 702

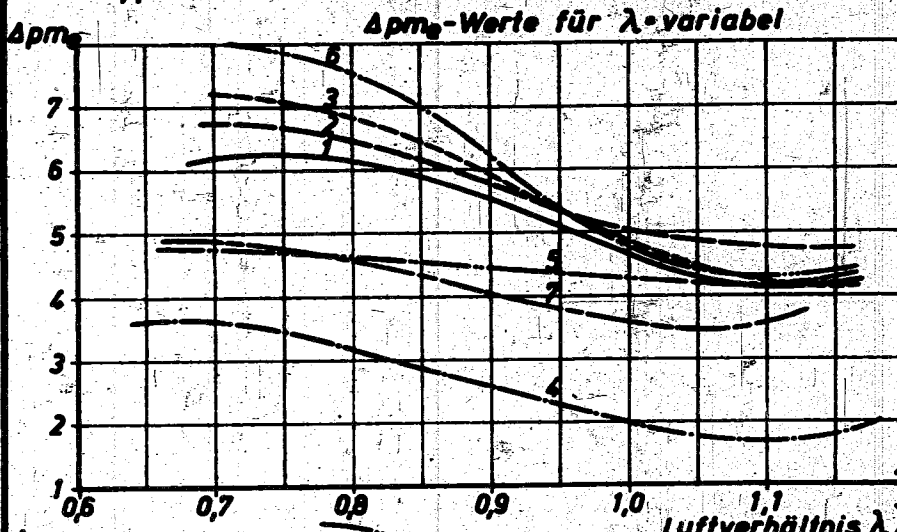


Bild 10

Δp_{me} ($p_{me} + 0,12\% \text{ BTÄ}$)
- (p_{me} ohne BTÄ)

30 vol. %

Zusatz zu VT 702:

- Isooktan
- - - Iso-Propyläther
- Cyclohexan
- Alkohol
- - - Iso-Butyran
- Flugbenzol
- - - Iso-Butylen
- VT 702

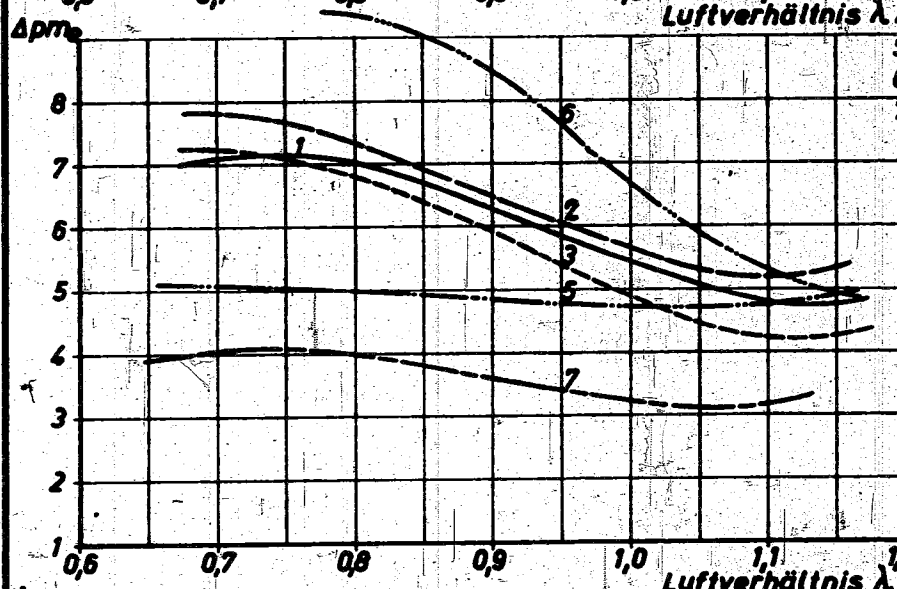


Bild 11

60 vol. %

$\epsilon = 1:6,5$
 $t_L = 130^\circ\text{C}$
 $z = 30\% \text{ v.O.T.}$
 $n = 1600 \text{ min}^{-1}$

Kühlluft-Staudruck
= 200 mmWS

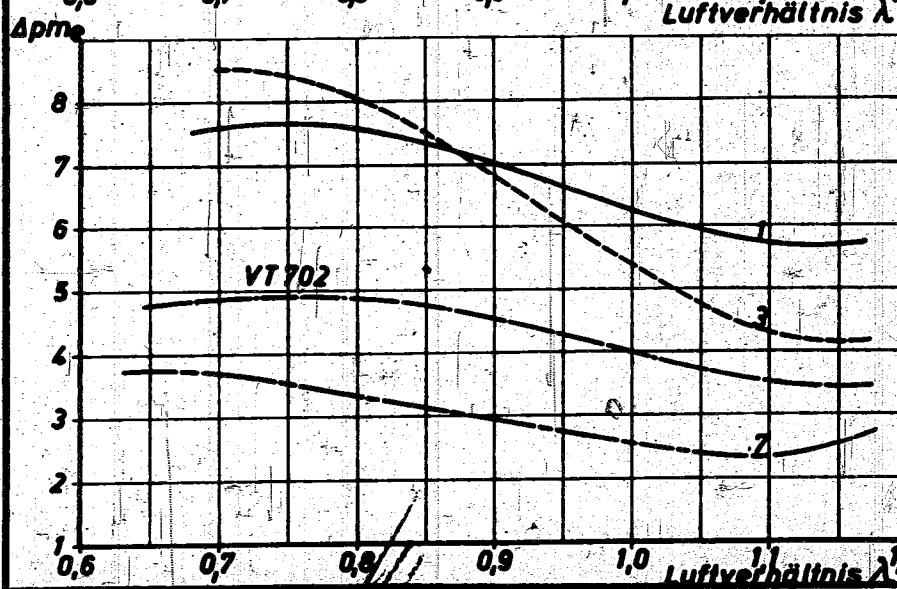


Bild 12

100 vol. %

29667

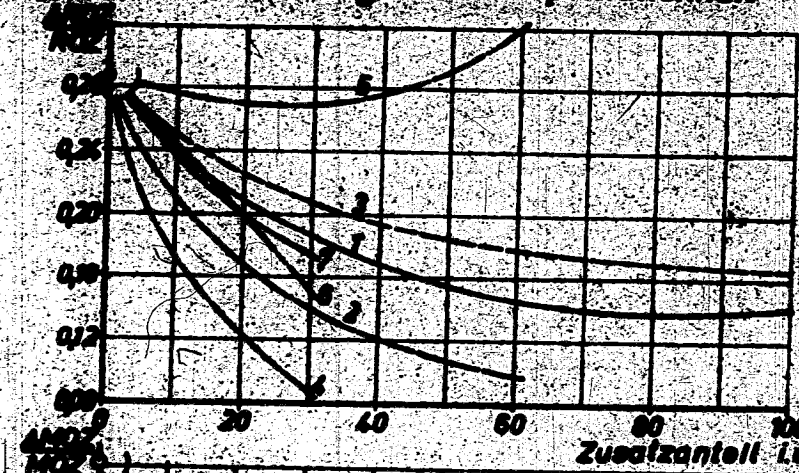


Bild 13

ROZ

$\frac{\Delta ROZ}{ROZ}$ - Werte
 $\Delta ROZ = (ROZ_{012} - ROZ_{012})$
 - (ROZ ohne BTÄ)

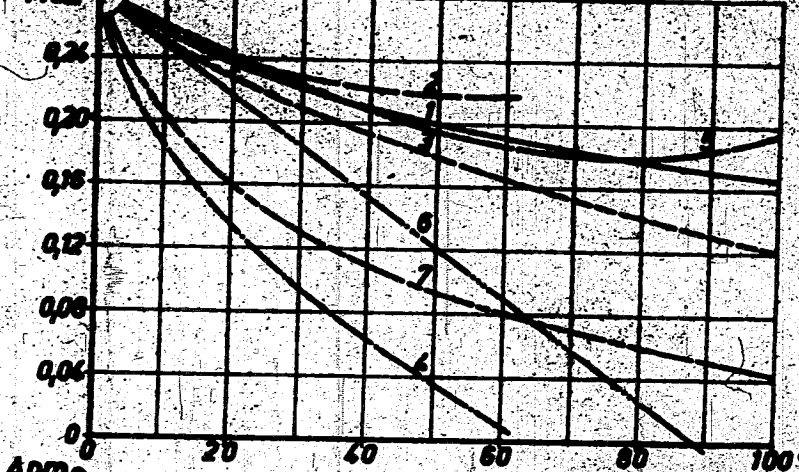


Bild 14

MOZ

$\frac{\Delta MOZ}{MOZ}$ - Werte
 $\Delta MOZ = (MOZ_{012} - MOZ_{012})$
 - (MOZ ohne BTÄ)

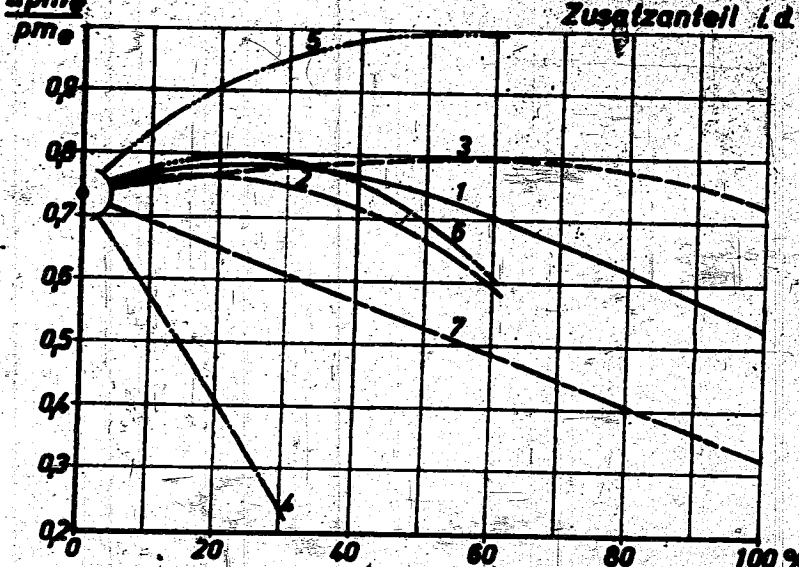


Bild 15

pm

$\frac{\Delta pm_{min}}{pm_{min}}$ - Werte
 $\Delta pm_{min} =$
 $(pm_{min} \pm 0.12 \text{ vol. \% BTÄ})$
 - (pm_{min} ohne BTÄ)

- 1 ——— = Isooktan
- 2 ——— = Iso-Propyläther
- 3 ——— = Cyclohexan
- 4 ——— = Alkohol
- 5 ——— = Iso-Butyron
- 6 ——— = Flugbenzol
- 7 ——— = Di-Iso-Butylen
- o ——— = VT 702

29668

Zahlentafel 1:
Oktanzahlen

Bezeichnung der Probe	ROZ			MOZ		
	Anteil der Probe in der Mischung in vol. %					
	30 vol. %	60 vol. %	100 vol. %	30 vol. %	60 vol. %	100 vol. %
Jsooktan unverbleit	80,3	89,1	99,0	77,0	84,8	96,0
" + 0,12 vol. % BTÄ	95,4	102,2	113,2	94,2	101,2	112,0
Jso-Propyläther unverbl.	83,4	93,6	105,2	81,0	89,9	100,0
" " + 0,12 vol. % BTÄ	95,1	102,8	—	99,7	109,5	—
Cyclohexan unverbleit	77,3	81,0	84,8	73,3	75,4	76,8
" " + 0,12 vol. % BTÄ	93,4	95,4	98,9	88,7	87,9	86,0
Alkohol unverbleit	96,6	—	—	82,0	88,8	93,0
" " + 0,12 vol. % BTÄ	105,2	—	—	89,8	89,6	88,0
Jso-Butyron unverbleit	74,5	79,3	106,0	75,6	81,9	91,0
" " + 0,12 vol. % BTÄ	94,6	104,8	—	92,5	97,1	108,7
Flugbenzol unverbleit	83,8	96,7	—	75,8	83,1	102,2
" " + 0,12 vol. % BTÄ	96,5	—	—	89,4	91,5	98,0
Di-Jso-Butylen unverbl.	91,0	100,8	110,6	79,9	83,9	86,7
" " + 0,12 vol. % BTÄ	106,8	—	—	90,3	90,7	90,5
Grundbi. VT 702 unverbleit			71,0			69,5
" " + 0,12 vol. % BTÄ			91,4			89,1

Zahlentafel 2: Bleiempfindlichkeit

29669

Formel: $E = \frac{\Delta OZ \times (OZ \text{ ohne BTÄ})}{k}$; $k = 106$ für 0,12 vol. % BTÄ
 $\Delta OZ = (OZ + 0,12 \text{ vol. \% BTÄ}) - (OZ \text{ ohne BTÄ})$

Bezeichnung der Probe	ROZ			MOZ		
	Anteil der Probe in der Mischung in vol. %					
	30 vol. %	60 vol. %	100 vol. %	30 vol. %	60 vol. %	100 vol. %
Jsooktan	11,45	11,02	13,26	12,5	13,13	14,5
Jso-Propyläther	9,11	8,13	—	14,28	16,6	—
Cyclohexan	11,75	11,0	11,29	10,65	8,9	6,66
Alkohol	7,84	—	—	6,03	0,67	-4,4
Jso-Butyron	14,13	19,1	—	12,05	11,75	15,05
Flugbenzol	10,04	—	—	9,72	6,6	-4,05
Di-Jso-Butylen	13,55	—	—	7,85	5,38	3,11
Grundbenzin VT 702			13,7			12,88

BMH 932 N

$\theta = 130^\circ C$

$E = 1.65$

$Z_0 = 30^\circ v. O.T.$

Biermuffinaldickheit

	47% Alkoh.	75% Cyclo- Hexanol	75% ETMO	700 g/l ETMO	75% Cyclo- Hexanol	75% Flug- Benzol	
I. Vers.:	0.8	4.8	4.9	6.0	6.7	4.3	at
5. Vers.:	1.0	4.8	4.4	5.3	6.3	8.2	at

Schwer
bestimmen

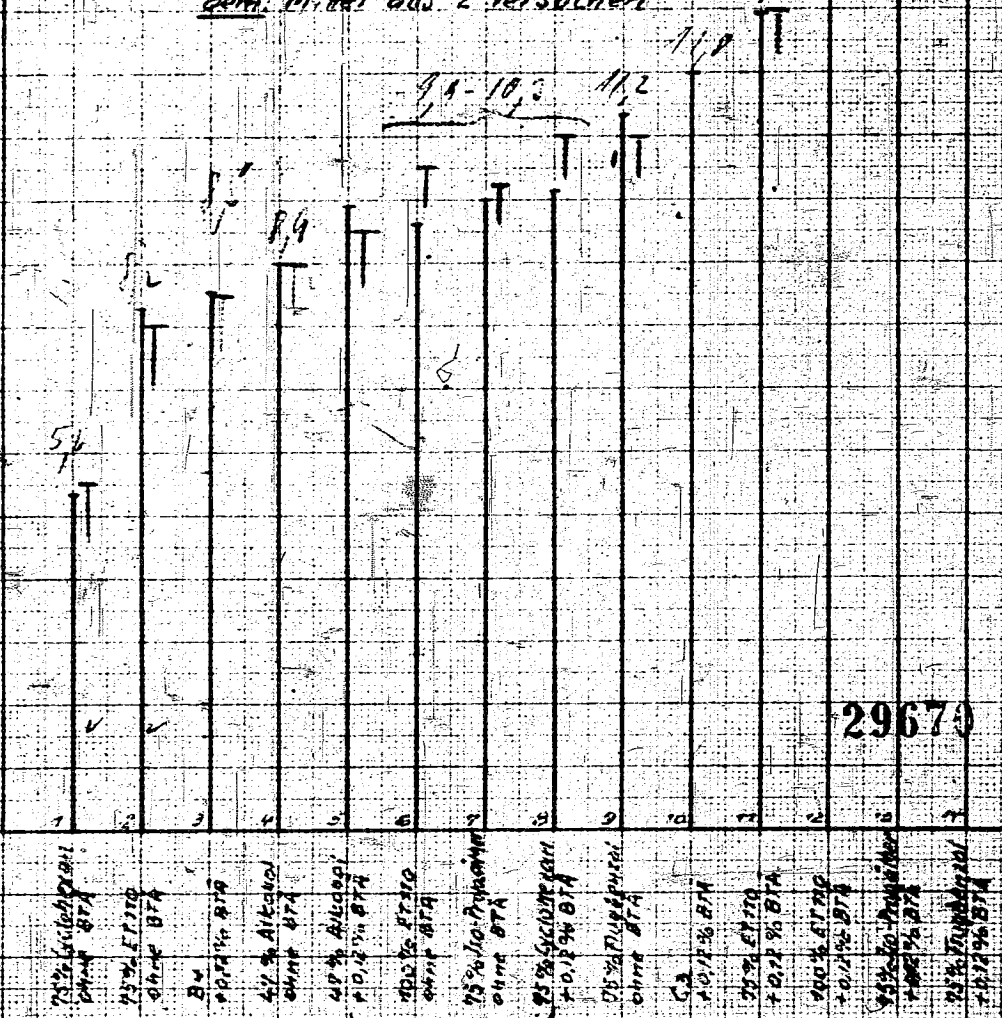
mit Steigrohrverfahren
für Muffinaldickheit

aus
Feig 498

Bem. Mittel aus 2 Versuchen

Muffinaldickheit

20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0

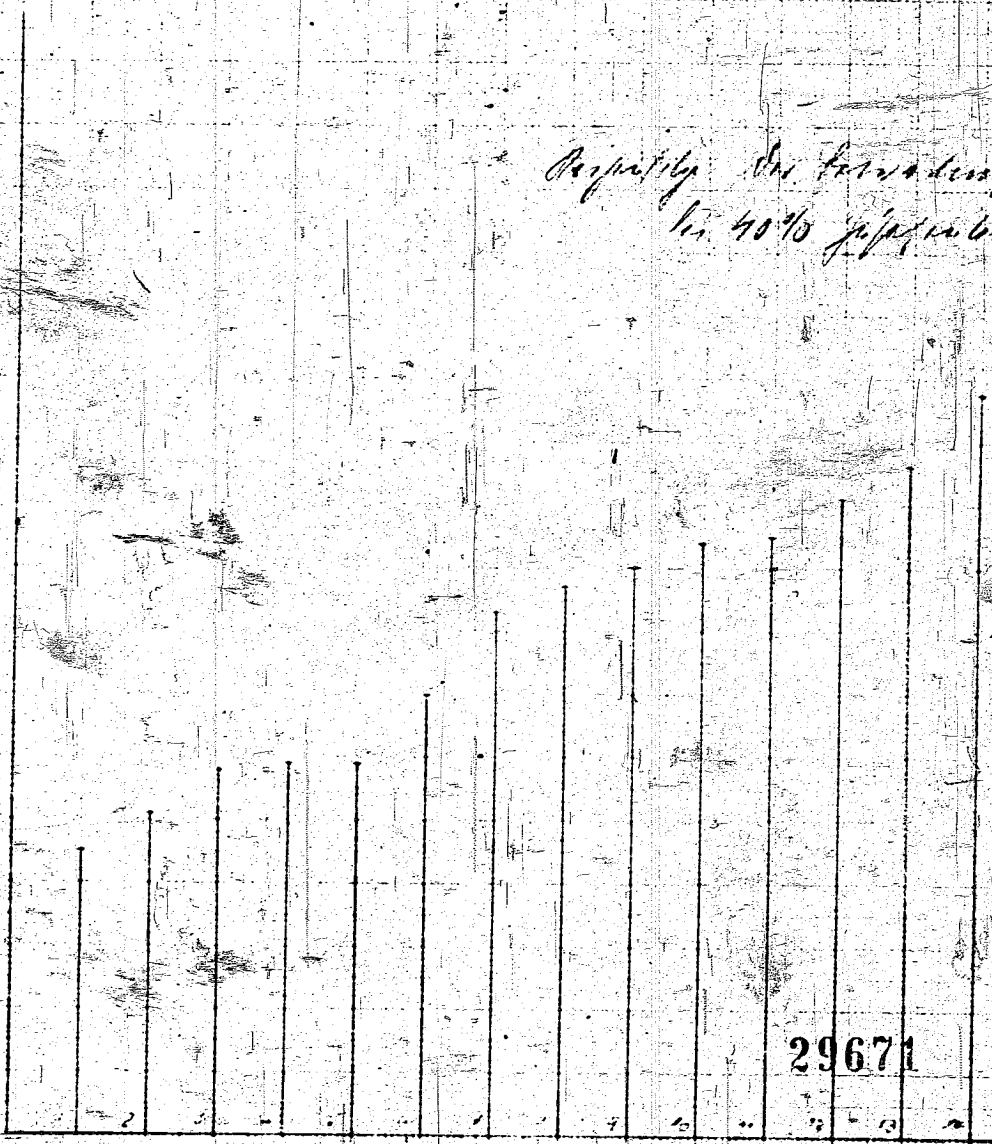


Zum Bericht Nr. 498 v. 2.5.52 (Bild 3, Blatt 18)

40% Zusatzanteil
BNLW 132 N

Nutzdruck

Beispiel der Fortschritt
im 40% Zusatzanteil



29671

TR-5 2502

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.

1930

1931

Harp. 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.

29672

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.

Zum Bericht Nr. 498 v. 2.5.42 (Bilanz, Blatt 16)

60% Zusatzanteil

Bilanz 1934

Nutzdruck

Verpflichtung von 1934
ist bereits erledigt!

Nutzdruck

29673

neben Verpflichtung

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14.

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14.

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14.

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14.

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14.

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14.

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14.

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14.

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14.

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14.

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14.

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14.

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14.

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14.

Klopfgrenzkurven nach dem Überladeverfahren

Motormuster: BMW 132N

Verdichtungsverhältnis: 1:6,5

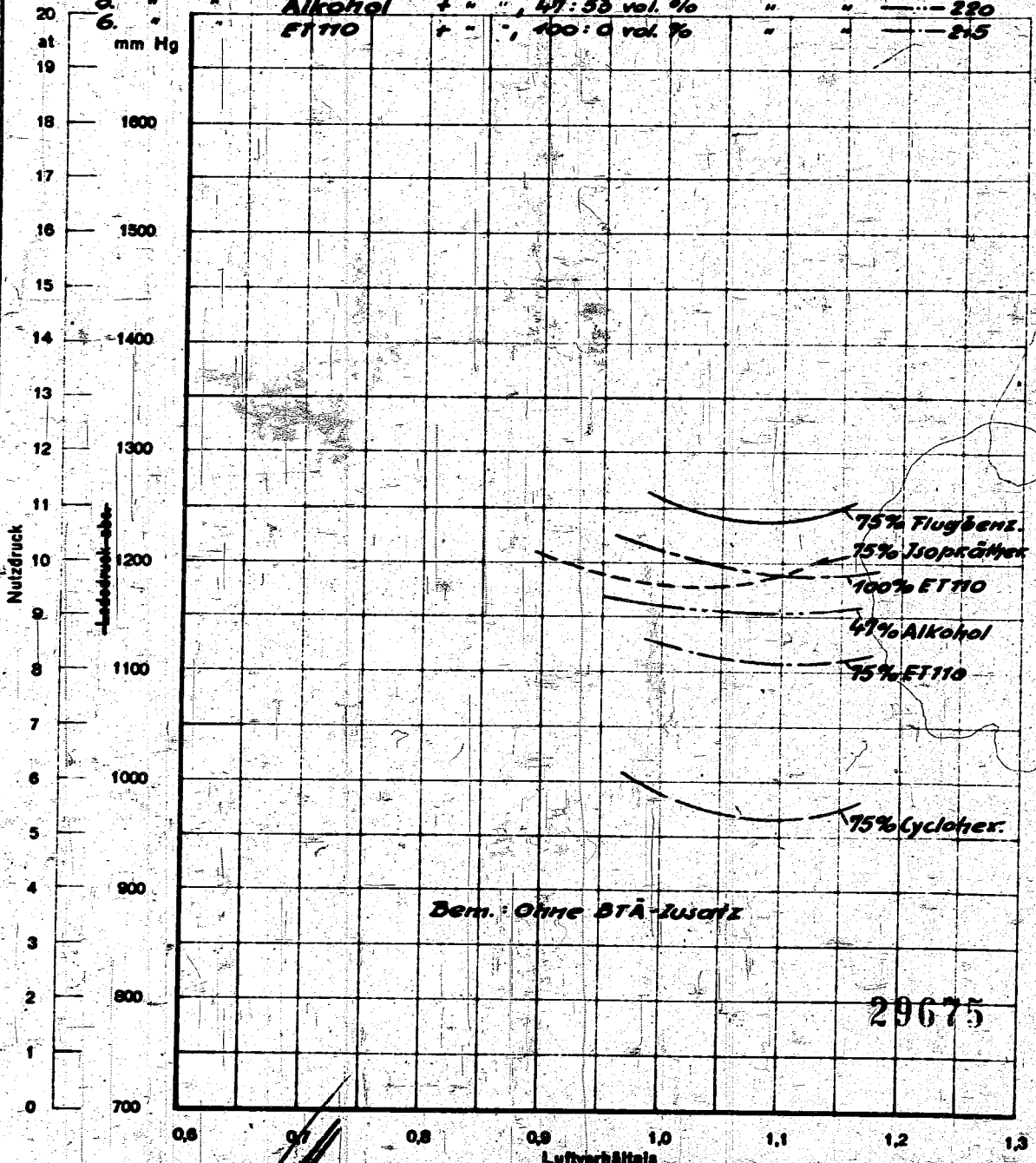
Motornummer: _____

Ladelufttemperatur: 130°C

Versuchstag: 22. IV. 42

Zündzeitpunkt: 30 ov. o. T.

- | | |
|--|-------------------------|
| 1. Prüfkraftstoff: <u>Cyclohexan + VT 92, 75:25 vol. %</u> | Versuch Nr.: <u>184</u> |
| 2. Prüfkraftstoff: <u>Isopropyläther + " " " "</u> | Versuch Nr.: <u>182</u> |
| 3. Prüfkraftstoff: <u>ET 110 + " " " "</u> | Versuch Nr.: <u>218</u> |
| 4. Prüfkraftstoff: <u>Flugbenzol + " " " "</u> | Versuch Nr.: <u>217</u> |
| 5. " " <u>Alkohol + " " " " 47:53 vol. %</u> | Versuch Nr.: <u>220</u> |
| 6. " " <u>ET 110 + " " " " 100:0 vol. %</u> | Versuch Nr.: <u>215</u> |



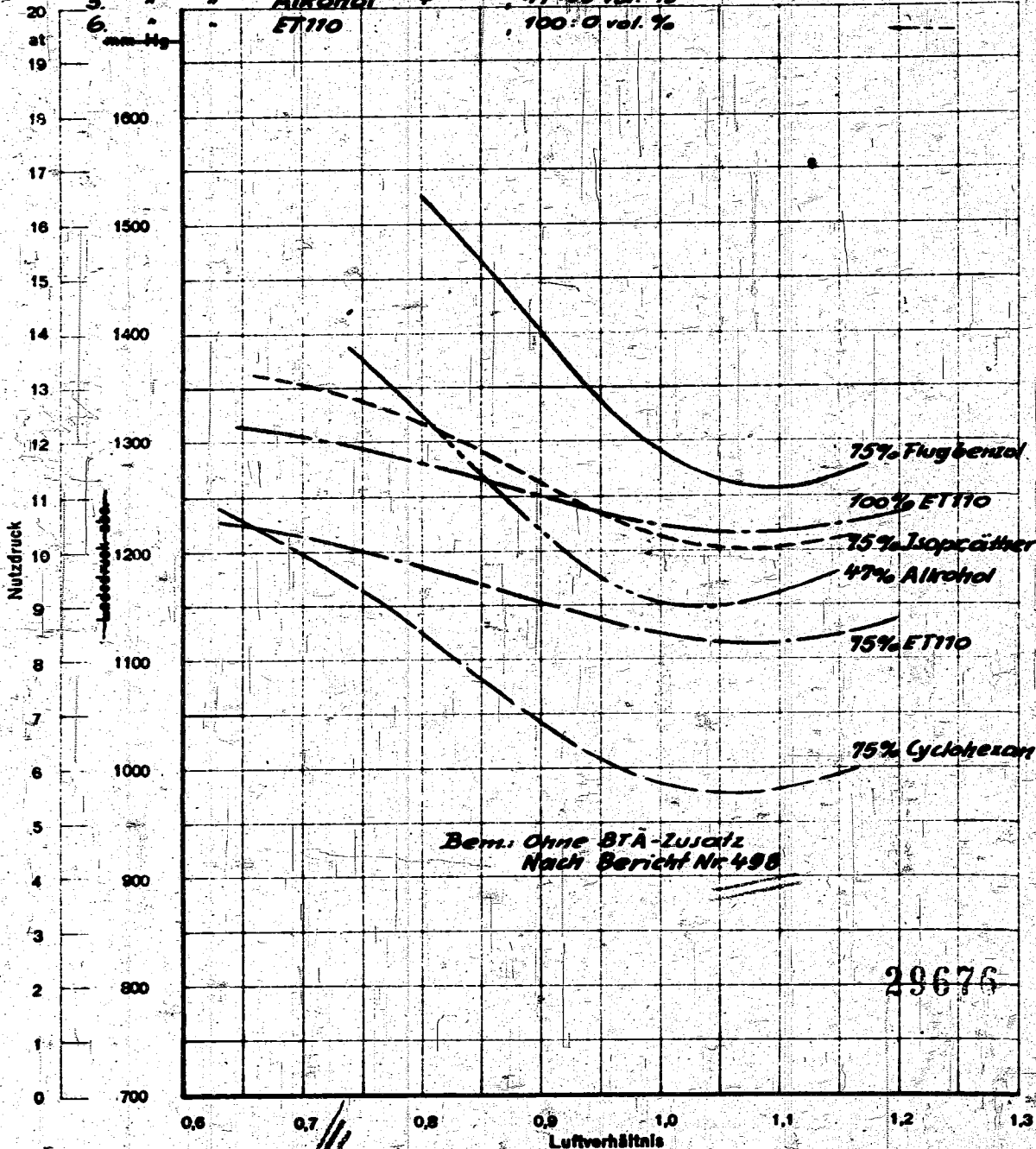
Klopfgrenzkurven nach dem Überladeverfahren

Motormuster: DMW 132N Verdichtungsverhältnis: 1:6,5

Motornummer: _____ Ladelufttemperatur: 130°C

Versuchstag: _____ Zündzeitpunkt: 30° v. o. T.

- | | |
|--|--------------------|
| 1. Prüfkraftstoff: <u>Cyclohexan + ET110, 75:25 vol. %</u> | Versuch Nr.: _____ |
| 2. Prüfkraftstoff: <u>Isopropyläther + " " " "</u> | Versuch Nr.: _____ |
| 3. Prüfkraftstoff: <u>ET110 + " " " "</u> | Versuch Nr.: _____ |
| 4. Prüfkraftstoff: <u>Flugbenzol + " " " "</u> | Versuch Nr.: _____ |
| 5. " " <u>Alkohol + " " " " 47:53 vol. %</u> | Versuch Nr.: _____ |
| 6. " " <u>ET110 100:0 vol. %</u> | Versuch Nr.: _____ |



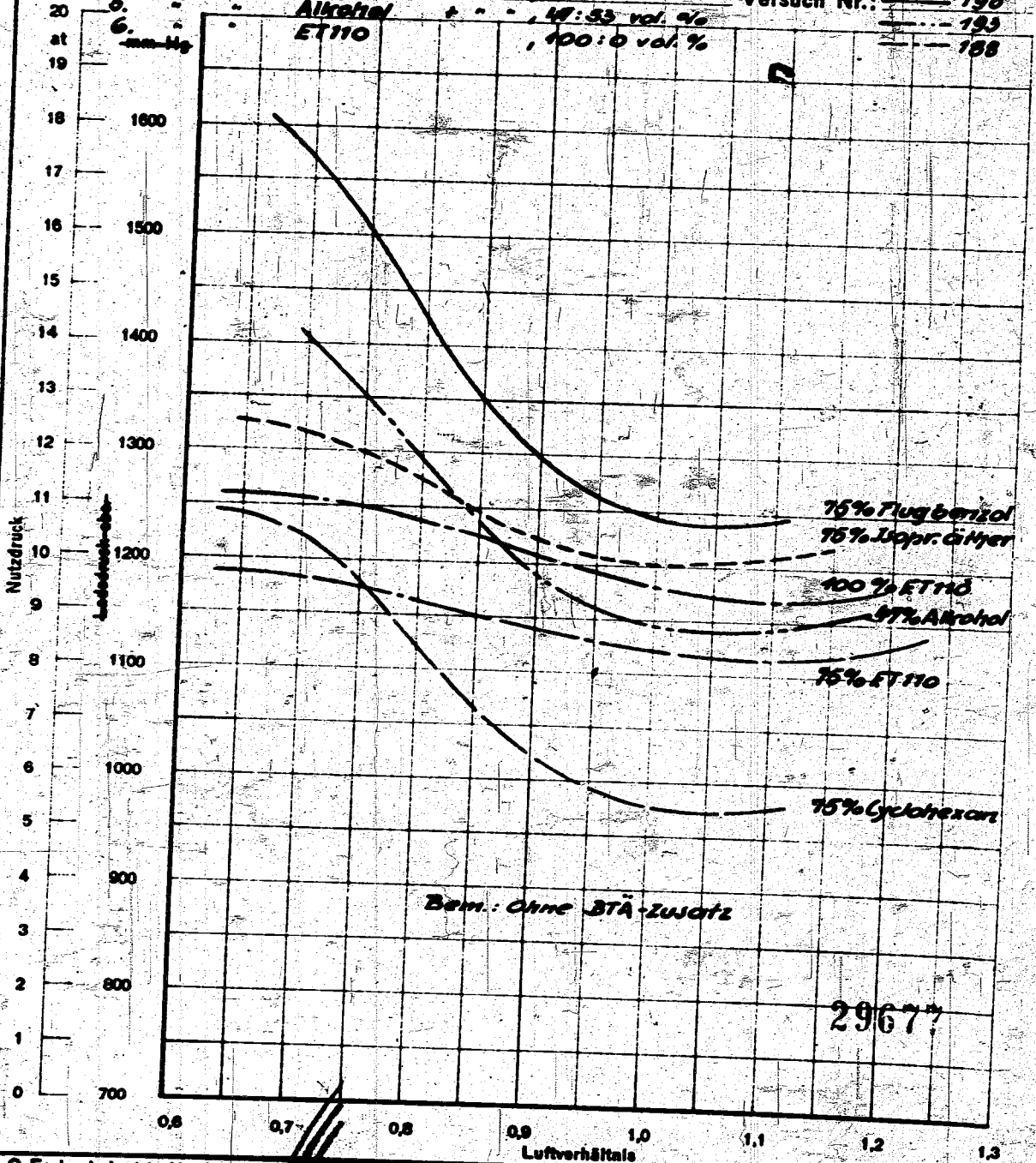
Klopfgrenzkurven nach dem Überfadenverfahren

Motormuster: BMW 132 N Verdichtungsverhältnis: 1:6,5

Motornummer: _____ Ladelufttemperatur: 130°C

Versuchstag: _____ Zündzeitpunkt: 30 ov. o. T.

- | | |
|--|-------------------------|
| 1. Prüfkraftstoff: <u>Cyclohexan + VT702, 95:25 vol. %</u> | Versuch Nr.: <u>191</u> |
| 2. Prüfkraftstoff: <u>Isopropyläther</u> | Versuch Nr.: <u>195</u> |
| 3. Prüfkraftstoff: <u>ET110</u> | Versuch Nr.: <u>191</u> |
| 4. Prüfkraftstoff: <u>Flugbenzol</u> | Versuch Nr.: <u>190</u> |
| 5. " " <u>Alkohol</u> | Versuch Nr.: <u>193</u> |
| 6. " " <u>ET110</u> | Versuch Nr.: <u>188</u> |



Techn. Prüfstand Oppau

Klopfgrenzkurven nach dem Überladeverfahren

Motormuster: BMW 152 N

Verdichtungsverhältnis: 1: 6,5

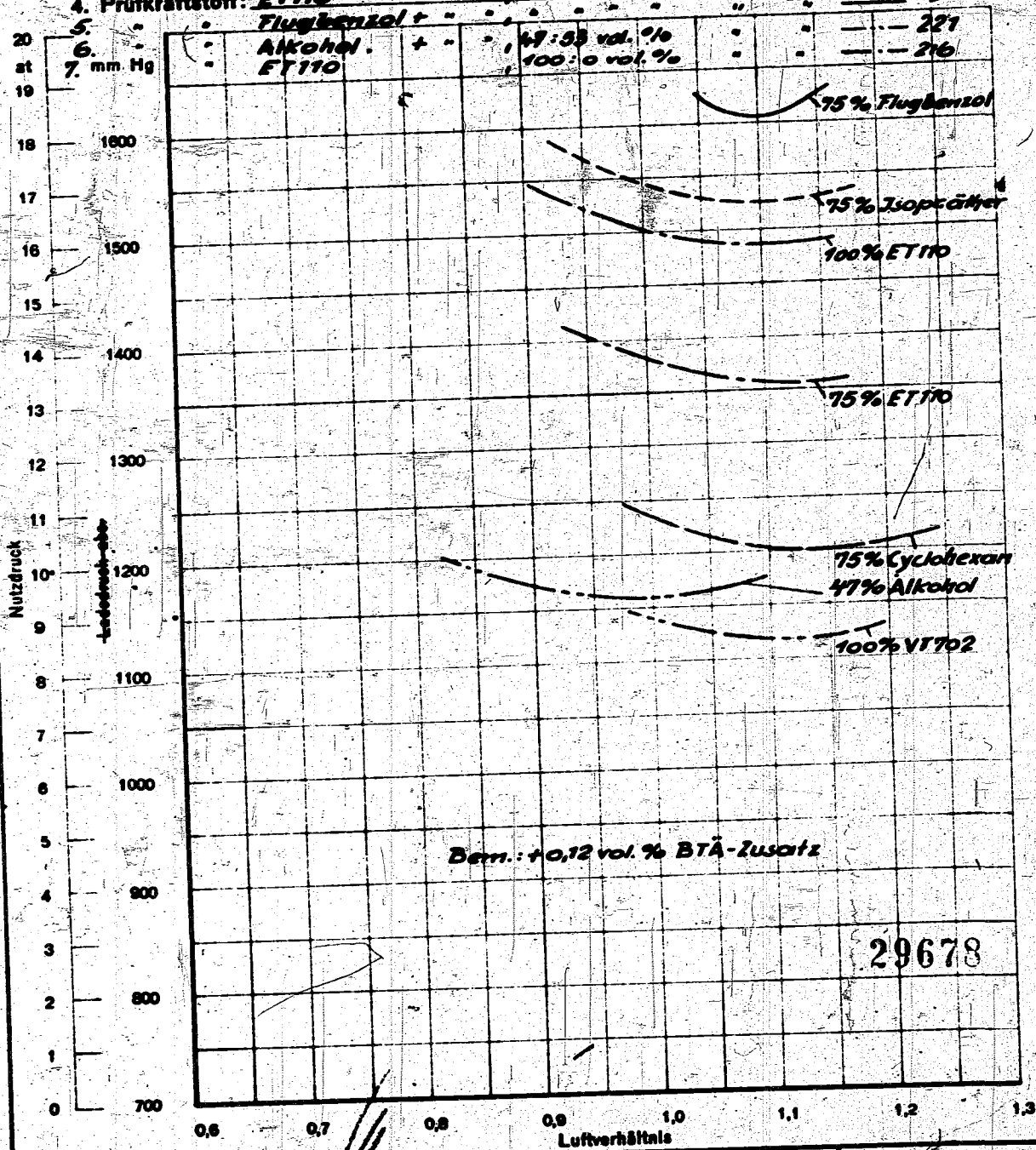
Motornummer: _____

Ladelufttemperatur: 130°C

Versuchstag: 22.5.42

Zündzeitpunkt: 30 ov. o. T.

- 1. Prüfkraftstoff: Cyclohexan + VT 702, 75 + 25 vol. % Versuch Nr.: 185
- 2. Prüfkraftstoff: Isopropyläther + " " " " " " " " Versuch Nr.: 183
- 3. Prüfkraftstoff: VT 702 Versuch Nr.: _____
- 4. Prüfkraftstoff: ET 110 + " " " " " " " " Versuch Nr.: 219
- 5. " " Flugbenzol + " " " " " " " " Versuch Nr.: 221
- 6. " " Alkohol + " " " " " " " " Versuch Nr.: 216
- 7. mm Hg ET 110 " " " " " " " " Versuch Nr.: _____



29678

I.G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft
Ludwigshafen a. Rh.
Tag _____ Name _____

zur Kraftstoffprüfung Nr. _____ v. _____
Urheberrechtsschutz nach DIN 34

T.Pr.S.2564

Klopfgrenzkurven nach dem Überladeverfahren

Motormuster: **BMN 102 N**

Verdichtungsverhältnis: **1:6,5**

Motornummer: _____

Ladelufttemperatur: **130°C**

Versuchstag: _____

Zündzeitpunkt: **30** v. o. T.

1. Prüfkraftstoff: **Cyclohexan + VT 92, 76:25 vol %**

Versuch Nr.: _____

2. Prüfkraftstoff: **Isopropyläther**

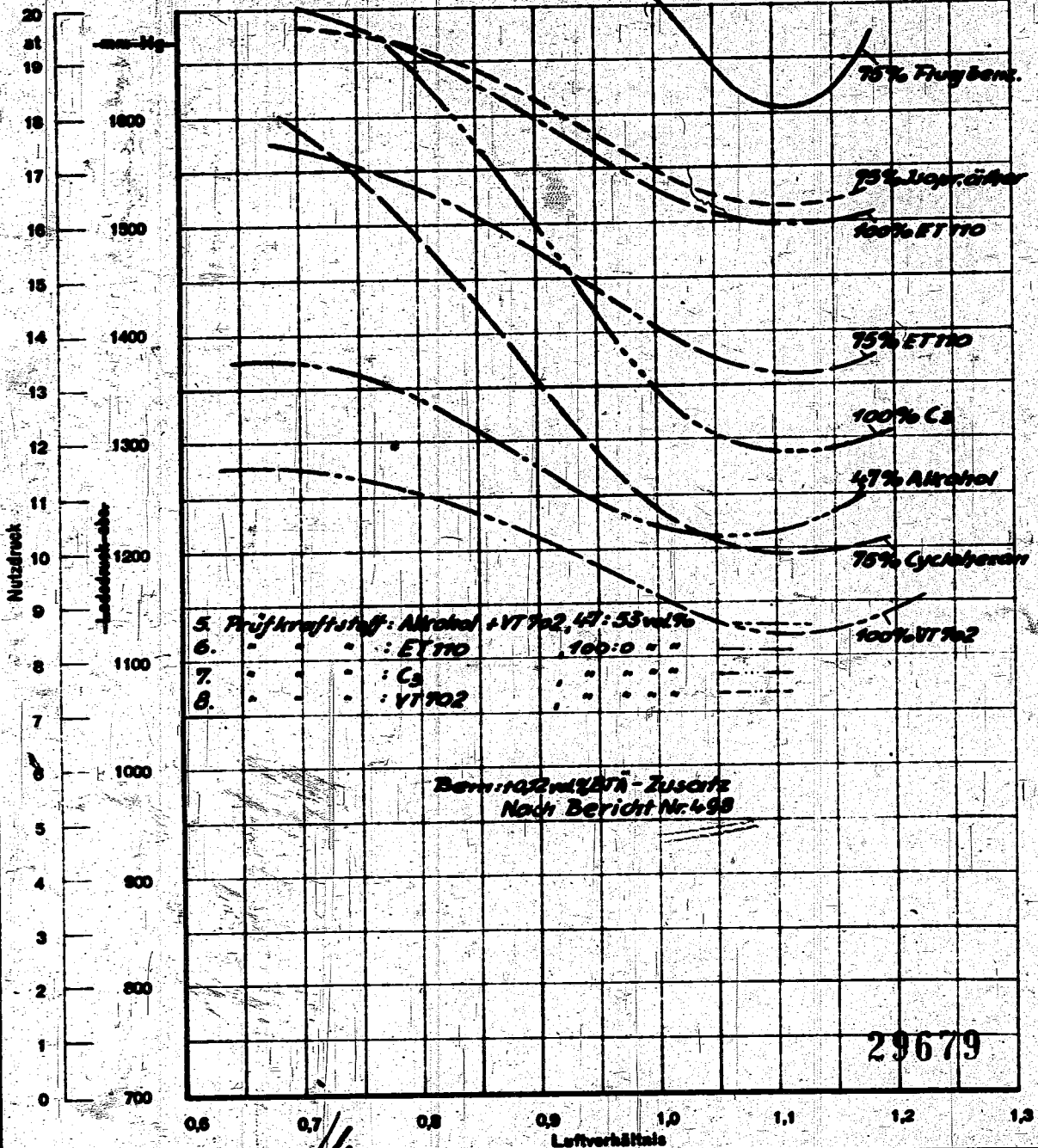
Versuch Nr.: _____

3. Prüfkraftstoff: **ET 110**

Versuch Nr.: _____

4. Prüfkraftstoff: **Flugbenzol**

Versuch Nr.: _____



29679

I. G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft
Ludwigshafen a. Rh.
Tag _____ Name _____

zur Kraftstoffprüfung Nr. v. _____
Urheberrechtsschutz nach D.M. 36

T. Pr. S. 2567

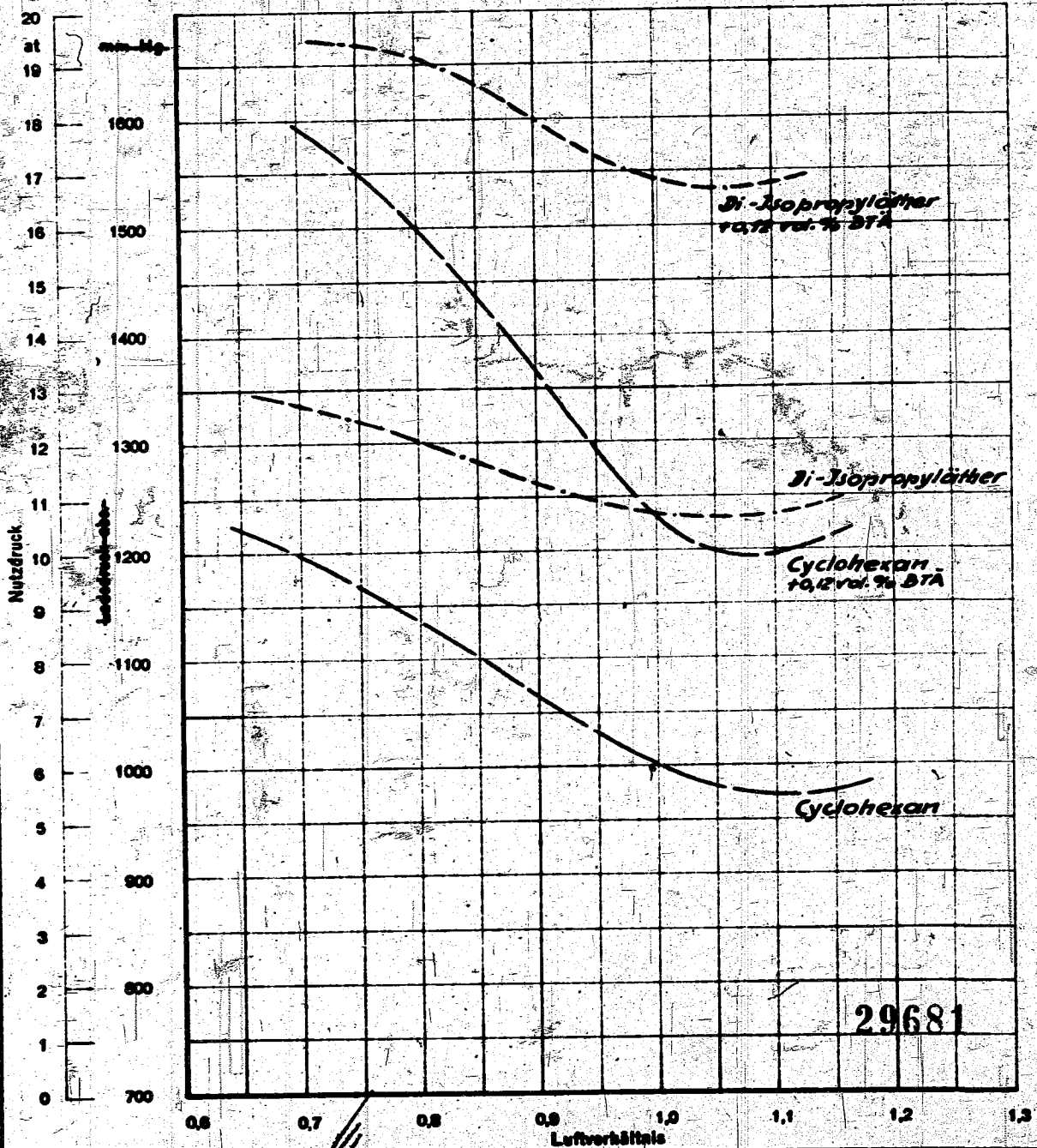
Klopfgrenzkurven nach dem Überladeverfahren

Motormuster: BMW 132 N Verdichtungsverhältnis: 1:6.5

Motornummer: _____ Ladelufttemperatur: 130°C

Versuchstag: _____ Zündzeitpunkt: 30 ev. o. T.

- 1. Prüfkraftstoff: Di-Isopropyläther + VT 702, 75:25 vol. % Versuch Nr.: -----182/183
- 2. Prüfkraftstoff: Cyclohexan " " " " " " Versuch Nr.: -----184/185
- 3. Prüfkraftstoff: _____ Versuch Nr.: _____
- 4. Prüfkraftstoff: _____ Versuch Nr.: _____



29681

Klopfgrenzkurven nach dem Überladeverfahren

Motormuster: **BMW 132N**

Verdichtungsverhältnis: **1:6,5**

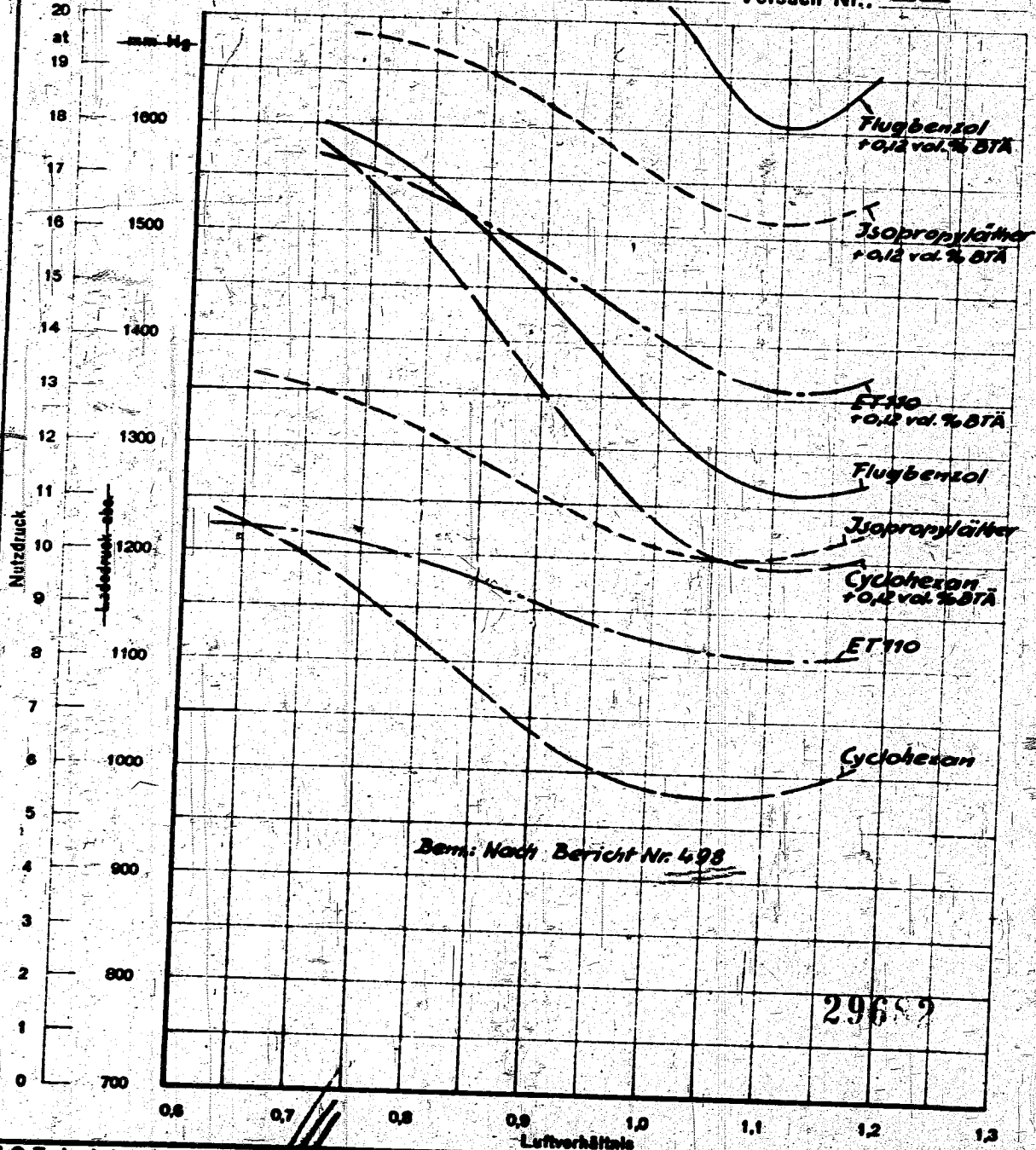
Motornummer: _____

Ladelufttemperatur: **130°C**

Versuchstag: _____

Zündzeitpunkt: **30° v. o. T.**

- | | |
|--|--------------------|
| 1. Prüfkraftstoff: Flugbenzol + VT702, 75:25 vol. % | Versuch Nr.: _____ |
| 2. Prüfkraftstoff: ET110 + " " " " " " | Versuch Nr.: _____ |
| 3. Prüfkraftstoff: Isopropyläther + " " " " " " | Versuch Nr.: _____ |
| 4. Prüfkraftstoff: Cyclohexan + " " " " " " | Versuch Nr.: _____ |

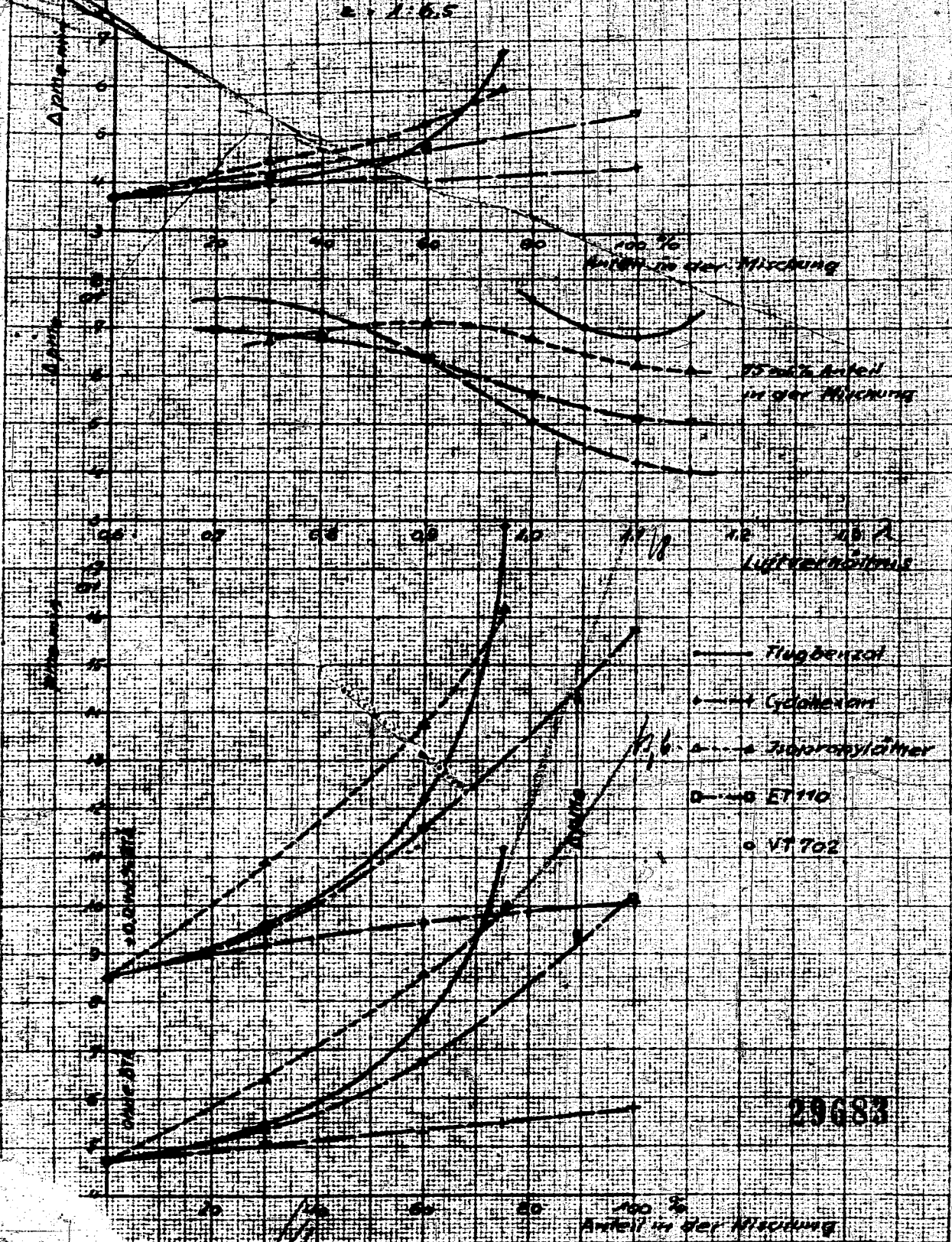


Bem. Nach Bericht Nr. 498

29659

ZM 4 132 K
 (Vergl. Bericht Nr. 498)
 $n = 1600 \text{ min}^{-1}$
 $\lambda = 1:5,5$

9



29683