

A 23

Berichte des Technischen Prüfstandes Oppau

Bericht Nr. 474

**Ein Beitrag zur Prüfung
des Klopfverhaltens von Flugkraftstoffen
im Kleinmotor.**

8865



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

Geheim

Bericht des Technischen Prüfstandes Oppau

Nr. 474

Ein Beitrag zur Prüfung des Klopfverhaltens von Flugkraftstoffen
im Kleinmotor

Übersicht: Nachteile beim DVL-Überladeverfahren für Flugkraftstoffe am BMW 132 - Einzylindermotor sind die hohen Anlage- und Unterhaltungskosten. Hinzu kommt, dass für eine Untersuchung mindestens 30 ltr. Kraftstoff erforderlich sind. Der I.G.-Prüfdiesel, der sehr kräftig ausgeführt ist und nur 1 ltr. Hubraum besitzt, vermeidet diese Nachteile. Es lag daher nahe, den I.G.-Prüfdiesel, der ausserdem bei zahlreichen Kraftstoffprüfstellen vorhanden ist, als Klein-Überlademotor zu verwenden und umzubauen.

Hinsichtlich der Anbauteile und der Untersuchungsbedingungen wurde der I.G.-Prüfdiesel weitgehend an den BMW 132-Überlademotor angeglichen. Auch die Motorwerte, Ladedruck und mittlere Nutzdruck, wurden in Anlehnung an den BMW 132-Überlademotor bei der Aufnahme der Klopfgrenzkurven beibehalten.

Die mit diesem Überlademotor aufgenommenen Klopfgrenzkurven zeigen einen ähnlichen Verlauf wie die des BMW 132 - Einzylinders, sie weisen ein Maximum und ein Minimum auf und bringen auch die Steilheit der aromatenhaltigen Kraftstoffe zum Ausdruck. Die Bewertung der Kraftstoffe ist die gleiche wie beim BMW 132 - Überlademotor.

Abgeschlossen am: 25. August 1941

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Witschakowski

Prof. Witschakowski

Die vorliegende Ausfertigung 24 enthält

7 Textblätter

8 Bildblätter

8865

Verteiler

Nr.	am	Empfänger	Nr.	am	Empfänger
1		RLM, GL 5/II, DI. Keilflug	11		Hydrierwerk Scholven,
2		E' stelle Reehlin, DI. Lange			Dr. Schönfelder
3		" Travemünde	12		Brabag Böhlen, DI. Stärk
		DI. Bormann	13		Ruhrbenzin AG., Dr. Schaub
4		DVL, Dr. v. Philippovich	14		Hirth GmbH., Dr. Bentele
5		TH. Stuttgart, Dr. Widmaier	15		Ammoniakwerk Merseburg,
6		TH. Hannover, Prof. Dr. Potthoff			DI. Ruess
7		LKA, Prof. Hofelder	16		Dir. Dr. Sauer, Leuna
8		Gelsenberg Benzin AG.	17		Dir. Dr. Schunck, Leuna
		Dr. Rudolph	18		Hochdruckversuche, Dr. Dehn
9		Gewerkschaft M. Stinnes,	19		Dir. Dr. Pier
		Dr. Koch	20		Dir. Dr. Müller-Conradi
10		Hydrierwerke Pöhlitz,	21		Dipl. Ing. Penzig
		Dr. Stümbke	22		DI. Witschakowski
26	AB. N. 42	H. Dr. Hopf	23-30		Techn. Prüfstand
27	AB. N. 42	H. Dr. Kröger, parte 5-9, 51	23		ZWD, Berlin
			24		Prof. Dr. Lindner, Berlin

Dieser Bericht ist unser Eigentum, alle Rechte aus dem Urheberrechtsgesetz vom 19. 6. 1901 stehen uns zu. Der Inhalt darf weder im Ganzen noch in Einzelheiten vervielfältigt oder dritten Personen ohne unsere ausdrückliche Genehmigung mitgeteilt werden.

Ein Beitrag zur Prüfung des Klopfverhaltens von Flugkraftstoffen

im Kleinmotor.

Zweck der Versuche:

Die Versuche sollten darüber Aufschluss geben, wieweit es möglich ist, am I.G.-Prüfdiesel durch Auswechseln einiger Anbauteile und bei weitgehendster Angleichung an die Untersuchungsbedingungen des BMW 132 - Einzylinder-Überlademotors Klopfgrenzkurven zu erhalten, die sich nur unwesentlich von denen dieses Prüfmotors für hochklopfeste Flugkraftstoffe unterscheiden. Ferner sollte die Frage geklärt werden, ob die Reihenfolge in der Bewertung der Kraftstoffe die gleiche ist.

Aufbau der Versuchsanlage:

Für die Untersuchungen wurde ein normaler I.G.-Prüfdiesel, wie er in zahlreichen Ausführungen bei den einzelnen Kraftstoffprüfstellen vorhanden ist, verwendet.

Durch folgende Austausch- bzw. Anbauteile wurde der I.G.-Prüfdiesel weitgehend an den BMW 132 - Überlademotor angeglichen.

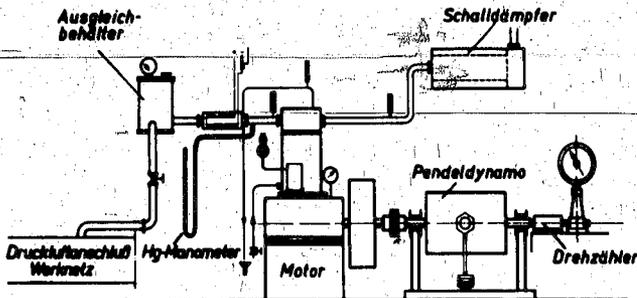
- 1.) Otto-Zylinderkopf nach Zeichnung KD 27101a
- 2.) Flach-Kolben nach Zeichnung KD 6201
- 3.) Leichtkraftstoff-Einspritzpumpe mit Einspritzung in den Saughub, Type Bosch PZ 1/110 V 635a
- 4.) Einspritzdüse, Type Bosch D/V 2081 U 4
- 5.) Zündmagnet, Type Noris, E 1 F H
- 6.) Zündkerze mit hohem Glühwert, Type Bosch W 280 T 7

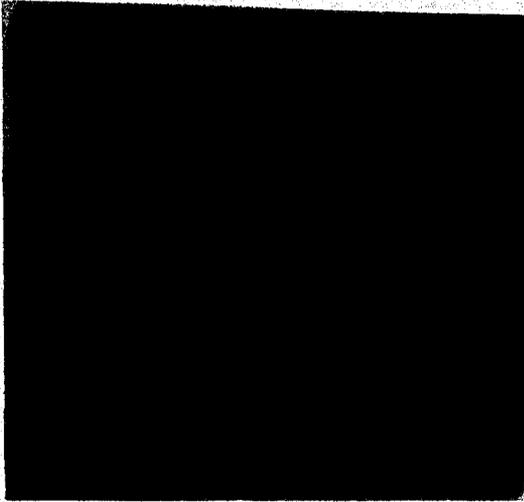
Dies sind in der Hauptsache die Anbauteile, die für den Betrieb des I.G.-Prüfdiesels als Otto-Motor bereits vorhanden sind.

Da der Motor mit Einspritzung ausgerüstet ist, ist er vom Siedeverhalten der Kraftstoffe nicht abhängig wie ein Vergasermotor. Der Austausch des Kolbens mit flachen Boden gegen den Hesselman-Tassenkolben nach Zeichnung KD 2320ja ermöglicht es, auch höher siedende Sicherheitkraftstoffe zu untersuchen. Zur Sonderuntersuchung kann schliesslich ohne besondere Schwierigkeiten eine zweite Einspritzpumpe angebracht werden.

Den Aufbau der Versuchsanlage gibt eine schematische Darstellung und das folgende Lichtbild wieder.

Motordaten: Hub 150 mm, Bohrung 85 mm, Hubvolumen 1063 cm³





Mit dem I.G.-Prüfdiesel war eine Pendeldynamo zur Leistungsmessung direkt gekuppelt. Die Pendeldynamo diente auch gleichzeitig als Anfahrmotor, das Anlassen und Belasten erfolgten mittels Druckknopfschaltung.

Die Ladeluft wurde aus dem Werknetz entnommen. Die Einstellung des Ladedrucks erfolgte mit einem feinregelnden Drosselorgan. Zum Ausgleich von Druckschwankungen war in die Ladeluftleitung ein Ausgleichbehälter eingebaut. Durch elektrische Heizwiderstände wurde die Ladeluft auf die gewünschte Temperatur vorgewärmt. Mittels Quecksilberthermometer wurde die Temperatur der Ladeluft eingestellt und überwacht. Der Ladedruck wurde an einem Quecksilbermanometer abgelesen. Auf eine Luftmengenmessung zur Errechnung des Luftverhältnisses wurde, da nicht unbedingt erforderlich, verzichtet.

Die Kraftstoffversorgung ist die gleiche, wie beim I.G.-Prüfdiesel. Der Kraftstoff läuft der Einspritzpumpe mit eigenem Gefälle aus den Messgefäßen zu. Die Kraftstoffmessung erfolgte volumemässig mittels Stoppuhr. Zur Schonung der Einspritzpumpe waren Kraftstoff-Feinfilter vor-

geschaltet.

Bis auf eine zusätzliche Schmierung für die Kraftstoff-Einspritzpumpe wurde auch an der Schmierstoffversorgung des I.G.-Prüfdiesels nichts geändert.

Der Motor war mit einer leicht regelbaren Durchflusskühlung ausgerüstet. Es ist vorgesehen, nach Fertigstellung des für Otto-Betrieb entworfenen grösseren Kondensators auf Umlaufkühlung überzugehen.

Versuchsdurchführung:

Bei der Aufnahme der Klopfgrenzkurven waren zwei Möglichkeiten vorhanden:

- 1.) Bei gleichem Verdichtungsverhältnis den Ladedruck zu ändern,
- 2.) bei unverändertem Ladedruck das Verdichtungsverhältnis zu variieren.

Die Unterschiede zwischen beiden Verfahren bestehen darin, dass im ersten Fall nur der Verdichtungsdruck geändert wird und die Verdichtungs-temperatur konstant bleibt, während im zweiten Fall beide sich gleichzeitig ändern. Obwohl beim I.G.-Prüfdiesel der mit Verdichtungsverhältnis-Verstellung ausgerüstet ist, auch das zweite Verfahren anwendbar war, wurde dem ersten in Anlehnung an den BMW 132 - Überlademotor der Vorsatz gegeben.⁺⁾ Ganz abgesehen davon, dass es auch einfacher war, den Ladedruck zu ändern, als das Verdichtungsverhältnis zu verstellen.

Auch die motorischen Grössen, nämlich der mittlere Nutzdruck und der Ladedruck, wurden, um das Verfahren weitgehend an den BMW 132 - Überlademotor anzugleichen, beibehalten.

Da der Motor nur einen Hubraum von etwa 1 ltr besitzt, ist der Kraftstoffverbrauch für die Aufnahme einer Klopfgrenzkurve nur gering. Damit ist es aber auch ohne weiteres möglich, unter Verwendung der Eichkraftstoffe Oktan und Heptan eine Beziehung zur Oktanzahl herzustellen und die Motorenwerte zu verlassen.

^{+) Ursprünglich sollte der Motor nach dem Zündverzugsverfahren arbeiten, es wurde jedoch aus dem gleichen Grunde davon Abstand genommen.}

Bei der Aufnahme der Klopfgrenzkurven wurde entsprechend den BVM-Vorschriften die Klopfstärke zu 6 bis 10 Klopfschlägen festgesetzt. Das Klopfen wurde gehörmässig festgestellt.

Versuchsergebnis:

Die Klopfgrenzkurven, die am I.G.-Prüfdiesel erhalten wurden, sind in den folgenden Schaublättern Nr.1446 bis 1452 zusammengestellt. Die Untersuchungsbedingungen waren: Betriebsdrehzahl $n = 1600/\text{min}$, Verdichtungsverhältnis $= 1:8$ und Ladelufttemperatur $= 80^\circ$. Die Zündung wurde unverändert gehalten und betrug 20°v.o.T. Das TPr.S.Blatt Nr.1446 zeigt zunächst die von den Grundstoffen 1817, 1869, 186f und 1861 am I.G.-Prüfdiesel erhaltenen Klopfgrenzkurven.

In den folgenden TPrS.Blättern Nr.1447 bis 1452 sind noch die Klopfgrenzkurven weiterer Kraftstoffproben zusammengestellt und mit denen des BMW 132 - Überlademotors verglichen.

Daraus lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

- 1.) Die am I.G.-Prüfdiesel erhaltenen Klopfgrenzkurven weisen einen ähnlichen Klopfgrenzkurvenverlauf auf, wie die des BMW 132 - Überlademotors. Sie besitzen ein Minimum im Luftüberschussgebiet und ein Maximum im Kraftstoffüberschussgebiet und geben auch die grössere Steilheit aromatischer Kraftstoffe wieder.
- 2.) Die Reihenfolge der Bewertung der Kraftstoffe ist die gleiche wie am BMW 132 - Einsylindermotor.

Da zu erwarten war, dass zwischen den Nutzdrücken an der Klopfgrenze beider Verfahren eine gewisse Abhängigkeit bestehen würde, sind in dem TPr.S.Blatt Nr.1454 die nach beiden Verfahren erhaltenen Nutzdrücke der gleichen Kraftstoffproben bei gleichem Luftverhältnis einander gegenübergestellt. Danach ergibt sich, dass zwischen beiden Nutzdrücken eine gewisse Proportionalität vorhanden ist. Da beide Verfahren eine bestimmte Messungenauigkeit aufweisen, lässt sich die Abhängigkeit nur durch eine Bandbreite wiedergeben.

Wie die Ergebnisse zeigen, sind die Untersuchungen, die ursprünglich nur als Vorversuche gedacht waren, sehr erfolgversprechend.

Die Versuche sollen daher fortgesetzt werden mit dem Ziel, das Verfahren weiter zu vereinfachen und eine noch bessere Übereinstimmung mit den Klopfgrenzkurven des BMW 132 - Überlademotors durch Angleichung des Verdichtungsverhältnisses und der Ladelufttemperatur zu erreichen.

Klopfgrenzkurven nach dem Überladeverfahren

Motormuster: *IG Prüfdiesel u. BMW 132*

Verdichtungsverhältnis: *1,80 u. 85*

Motornummer:

Ladelufttemperatur: *80 u. 130°*

Versuchstag:

Zündzeitpunkt: *° v. I.*

1. Prüfkraftstoff: *Br. 1817*

Versuch Nr.: *64 / 282*

2. Prüfkraftstoff: *" 1869*

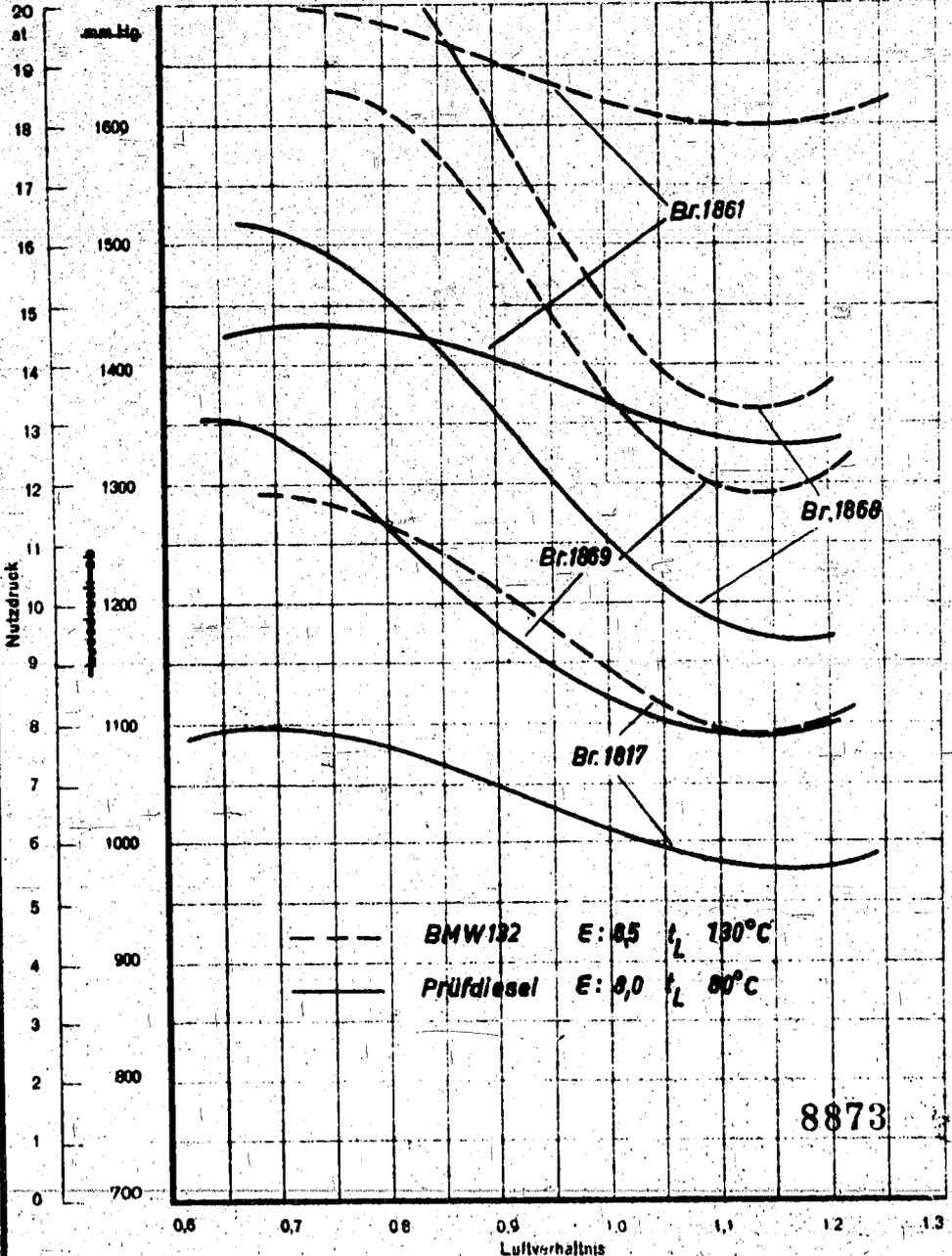
Versuch Nr.: *68 / 284*

3. Prüfkraftstoff: *" 1868*

Versuch Nr.: *69 / 286*

4. Prüfkraftstoff: *" 1861*

Versuch Nr.: *67 / 288*



8873

Klopfgrenzkurven nach dem Überladeverfahren

Motormuster: **IG Prüfdiesel u. BMW 132**

Verdichtungsverhältnis: **1,80 u 65**

Motornummer:

Ladelufttemperatur: **60 u 130°**

Versuchstag:

Zündzeitpunkt: **° v. o. T.**

1. Prüfkraftstoff: **Br 1885**

Vergleichskraftstoff Versuch Nr. **74 / 260**

2. Prüfkraftstoff: **2048**

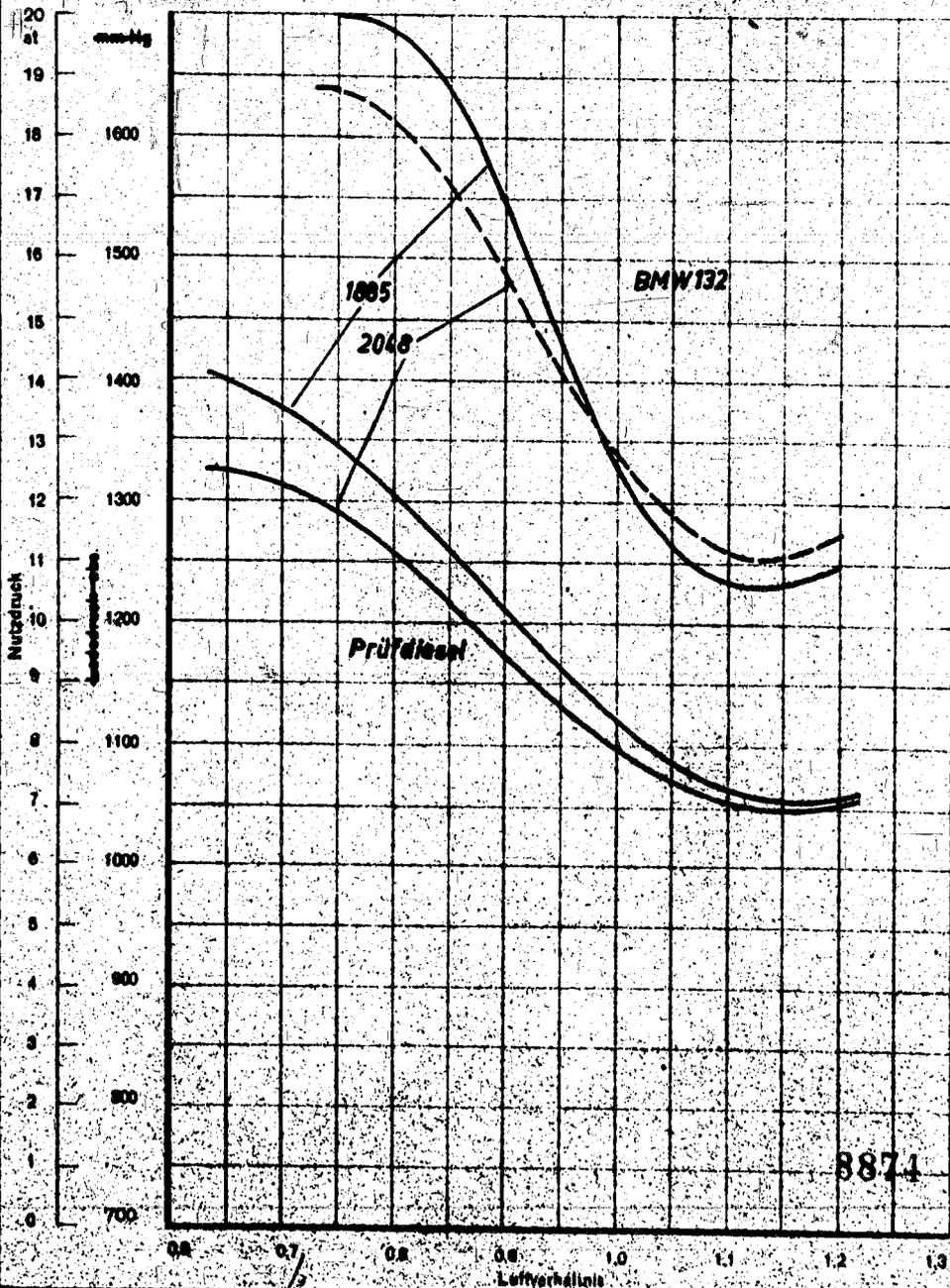
Versuch Nr. **70 / 261**

3. Prüfkraftstoff:

Versuch Nr.:

4. Prüfkraftstoff:

Versuch Nr.:



8874

Klopfgrenzkurven nach dem Überlagerungsverfahren

Metallart: **Al 7075**

Verfüllungsverhältnis: **1:0 u. 45**

Metallzustand: **HT2**

Lufttemperatur: **20 u. 21°**

Verfahren:

Zustand: **4 u. 5 T**

1. Prüfkraftstoff: **Bo 2000**

Versuch Nr. **71/276**

2. Prüfkraftstoff: **1007**

Versuch Nr. **72/277**

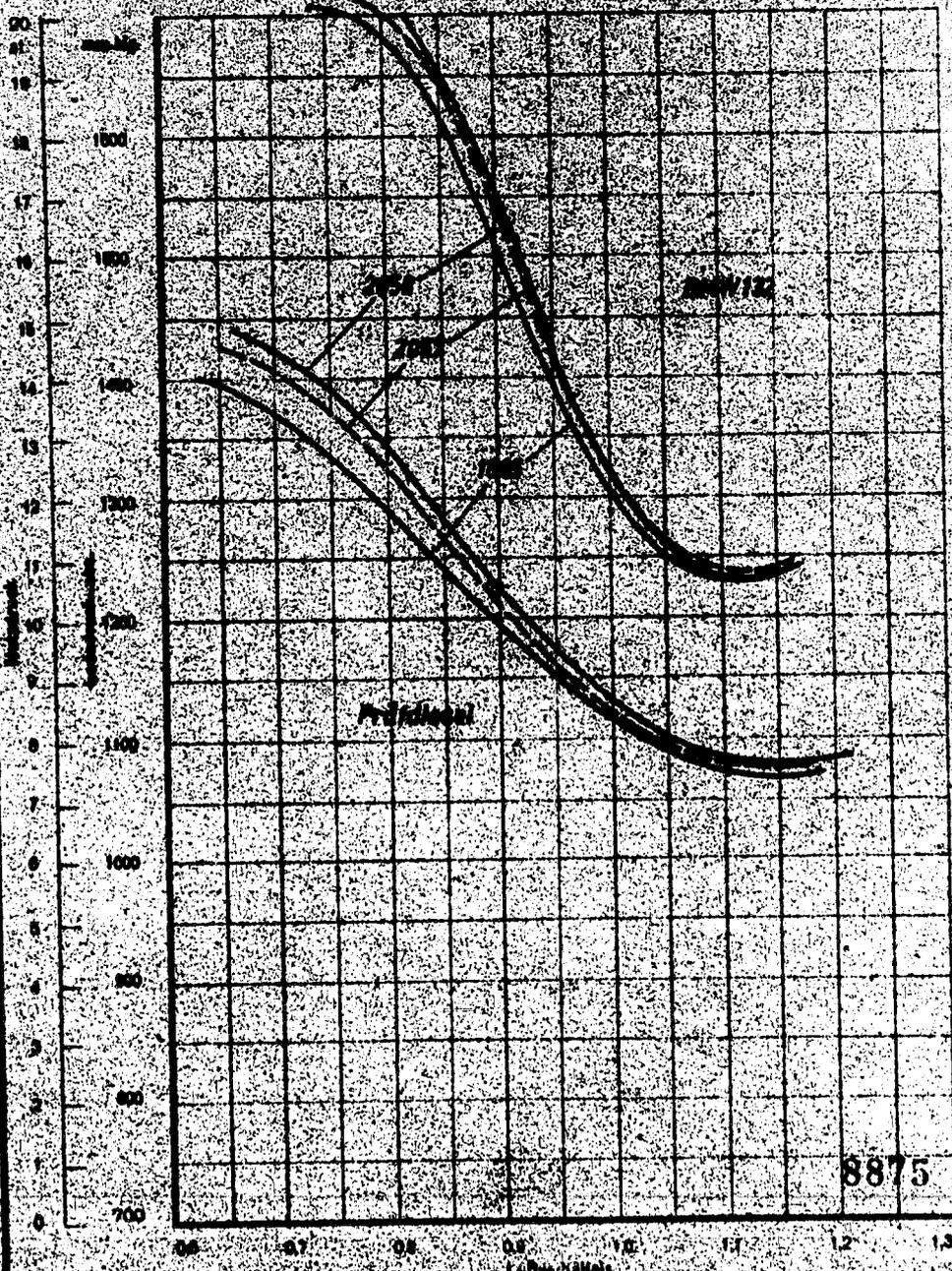
3. Prüfkraftstoff: **1005**

Wegschleifenverhältnis

Versuch Nr. **73/278**

4. Prüfkraftstoff:

Versuch Nr.



8875

Klopfgrenzkurven nach dem Überladeverfahren

Motormuster: **JG Prüfdiesel u. BMW132**

Verdichtungsverhältnis: **180u85**

Motornummer:

Ladelufttemperatur: **80u130°**

Versuchstag:

Zündzeitpunkt: **n.v.o.T.**

1. Prüfkraftstoff: **Br 2061**

Versuch Nr.: **78/278**

2. Prüfkraftstoff: **" 2070**

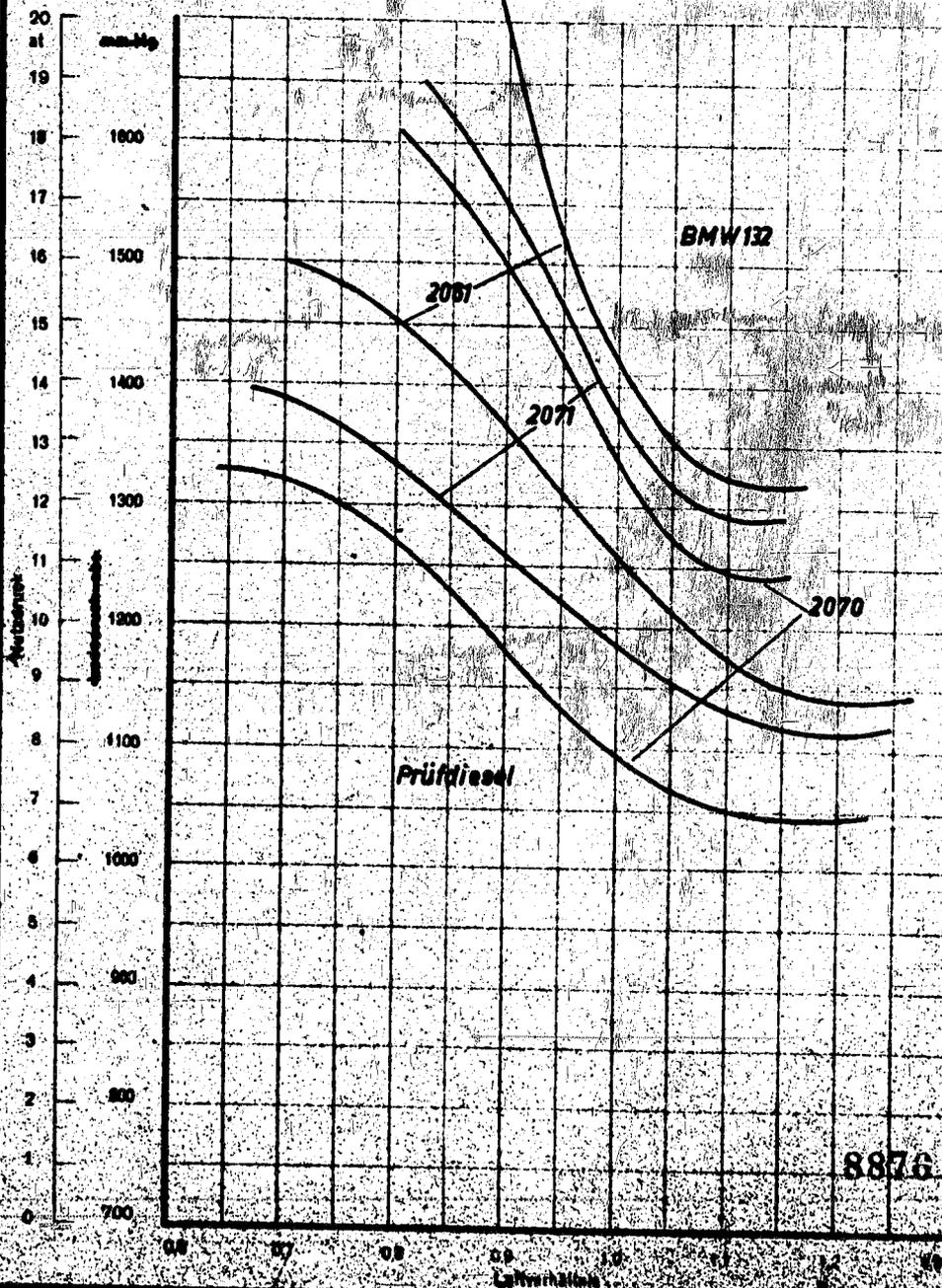
Versuch Nr.: **77/280**

3. Prüfkraftstoff: **" 2071**

Versuch Nr.: **76/281**

4. Prüfkraftstoff:

Versuch Nr.:



8876

Klopfgrenzkurven nach dem Oberladeverfahren

Motormuster: JG Prüfziesel u. BMW 132

Verdichtungsverhältnis: 1 80 u. 65

Motornummer:

Ladslufttemperatur: 80 u. 130°

Versuchstag:

Zündzeitpunkt: v.o. T.

1. Prüfkraftstoff: Br 1005

Vergleichskraftstoff

Versuch Nr. 75/203, 208

2. Prüfkraftstoff: * 2004

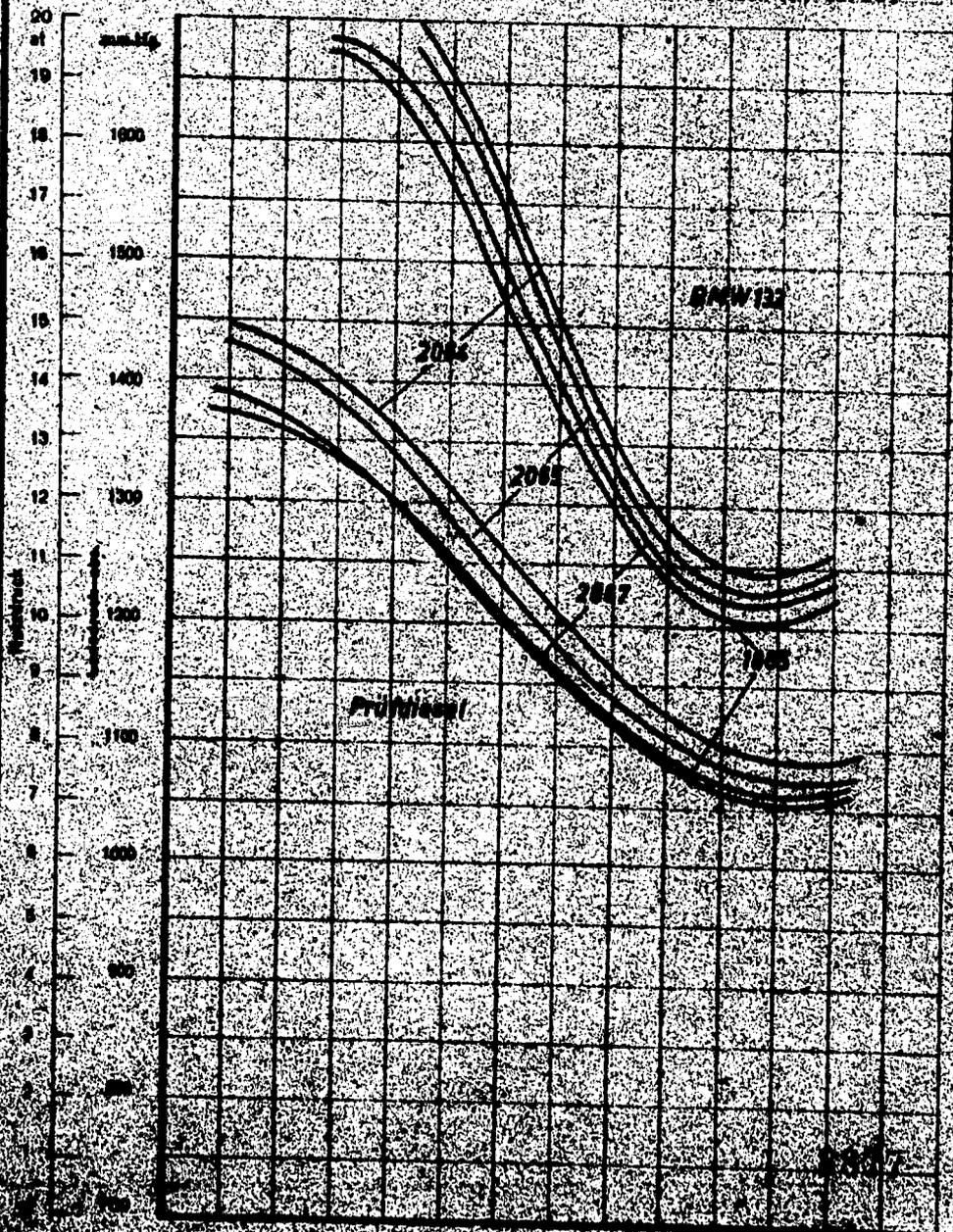
Versuch Nr. 81/205

3. Prüfkraftstoff: * 2005

Versuch Nr. 82/206

4. Prüfkraftstoff: * 2007

Versuch Nr. 83/207



Klopfgrenzkurven nach dem Überladeverfahren

Motormuster: 16 Prüfling: **BMW 132**

Verdichtungsverhältnis: **10 u. 65**

Motornummer:

Ladungstemperatur: **80 u. 130°**

Vorbereitung:

Zugkraftwert: **18 u. 7**

1. Prüfverfahren: **30005**

Vergleichsmodell: **VA 1289**

2. Prüfverfahren: **2022**

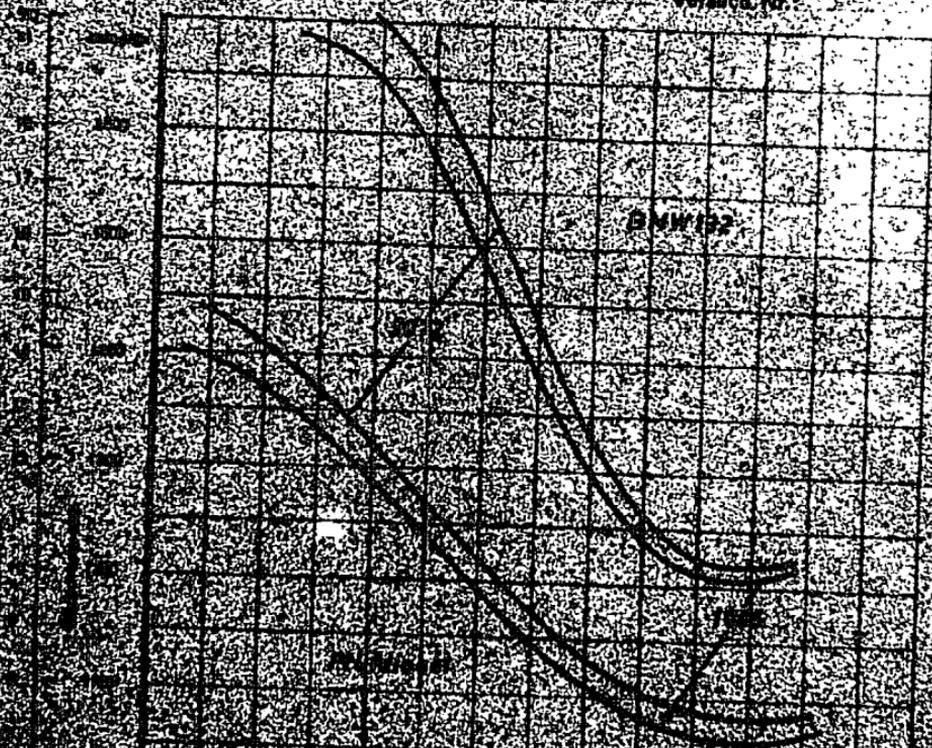
Versuch Nr.: **721200**

3. Prüfverfahren:

Versuch Nr.:

4. Prüfverfahren:

Versuch Nr.:



Klopfgrenzkurven nach dem Oberladeverfahren

Motormuster: **JG Prüfdesetu**

Verdichtungsverhältnis: **1: 20 u. 25**

Motornummer: **BMW 132**

Ladelufttemperatur: **80 u. 130°**

Versuchsstag:

Zündzeitpunkt: **9 u. 11**

1. Prüfkraftstoff: **BP 2075**

Versuch Nr.: **70/202**

2. Prüfkraftstoff: **2075**

Versuch Nr.: **70/201**

3. Prüfkraftstoff: **2075**

Versuch Nr.: **70/200**

4. Prüfkraftstoff:

Versuch Nr.:

