

A 44

Bericht Nr. 506

**Vergleichsversuche an Klopfmotoren
mit den Unterbezugskraftstoffen
Benzol und Z (V.V.98)**

8517



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

Bericht des Technischen Prüfstandes Oppau

Nr. 506

Vergleichsversuche an Klopfmotoren

mit den Unterbezugskraftstoffen Benzol und Z (VV.98)

Übersicht: Bei Vergleichsversuchen, die im Auftrage des Heereswaffenamtes von 10 Prüfstellen an 19 Klopfmotoren durchgeführt worden sind, wurden ausser Oktan/Heptan noch die Unterbezugskraftstoffe Benzol und Z zur Klopfwertbestimmung von drei Benzolgemischen verwendet.

Das Ergebnis zeigt, dass die Art des Bezugskraftstoffes ohne Einfluss auf die Wiederholbarkeit der Messungen am gleichen Motor, auf die Grösse der Streuungen bei Messungen an verschiedenen Motoren, sowie auf die Übereinstimmung der Messwerte zwischen dem I.G.- und CFR-Motor ist. Ein geringer Einfluss der Art des Bezugskraftstoffes auf die Höhe des Messwertes ist zu erkennen; es besteht jedoch die begründete Vermutung, dass die beobachteten Unterschiede (im Mittel 0,5 ROZ zwischen Benzol und Z) nicht durch die Verschiedenheit der Bezugskraftstoffe, sondern durch schlechte Abstimmung der Eichkurven hervorgerufen worden sind.

Die Laufzeit des Motors blieb ohne Einfluss auf die Messwerte.

Abgeschlossen am: 13. Juni 1942 Gr.

Bearbeiter: Ing. E. Singer

Die vorliegende Ausfertigung 2() enthält

13 Textblätter und 9 Anlagen

Bildblätter

Verteiler

Nr.	am	Empfänger	Nr.	am	Empfänger
1		HWA, Berlin	13		Dir. Dr. Pier, Lu.
2		DVM, Berlin	14		Dr. Dehn, Lu.
3		Zentralbüro, Berlin	15		Dir. Dr. Müller-Cunradi
4		Benzolverband	16		Ing. Singer
5		DAPG, Hamburg	17-20		Techn. Prüfstand
6		Forschungsinstitut f. Kraftfahrwesen, Stuttgart			
7		Nitag, Berlin			
8		Olex, Berlin			
9		Ruhrbenzin, Oberhausen-Holten			
10		Steinkohlenbergwerk Rhein- preussen, Homberg			
11		Dir. Dr. Schunck, Leuna			
12		Dipl. Ing. Ruess, Leuna			

8516

Vergleichsversuche an Klopfmotoren

mit den Unterbezugskraftstoffen Benzol und Z (V.V.98)

Aufgrund der Ergebnisse der halbjährlich durchgeführten Vergleichsversuche hat sich der Unterbezugskraftstoff Z in steigendem Masse bei den meisten deutschen Klopffprüfstellen eingeführt. Seine einheitliche Verwendung hat mit zur Steigerung der Messgenauigkeit bei der Klopffwertbestimmung beigetragen.

Auf Anregung der Zentralbüro für Mineralöl G.m.b.H. und im Auftrag des Heereswaffenamtes wurde nun geprüft, ob beim Übergang von Benzol auf diesen Unterbezugskraftstoff Z die Messgenauigkeit beeinflusst wird. Die hierzu angesetzte Versuchreihe, über deren Ergebnis nachfolgend berichtet wird, bot Gelegenheit, auch weitere Fragen zu klären, wie Messgenauigkeit bei Wiederholungen von Untersuchungen am gleichen Motor, Einfluss der Laufzeit des Motors auf Messhöhe und Streuung, sowie die Brauchbarkeit der Einstellbenzine.

I. Versuchsdurchführung

Es wurden drei Proben mit verschiedenen Grundbensinen und unterschiedlichem Benzolgehalt so angesetzt, dass der Klopffwert den Wehrmachtsbedingungen mit der unteren Grenze ROZ 74 entspricht. Die Zusammensetzung dieser Proben zeigt Tafel 1.

Tafel 1

Probenbezeichnung	Zusammensetzung der Proben
DD	15 Vol-% Deurag + 50 Vol-% Dollbergen + 35 Vol-% Bo
DU	42 Vol-% Deurag + 19 Vol-% Ubstadt + 39 Vol-% Bo
M	75 Vol-% Brabag Magdeburg + 25 Vol-% Bo

Die Oktanzahlen der verwendeten Grundbensine sowie der angesetzten Benzin-Benzol-Gemische enthält die Tafel 2.

Tafel 2

Dollbergen	ROZ 49,7
Deurag	72,3
Magdeburg	62,0
Probe DD	75,1
" DU	75,7
" M	74,1

Das Klopfverhalten der Proben DD, DU und M wurde gemessen durch:

- 1.) eine Oktan/Heptan-Mischung (Urbezugskraftstoffe),
- 2.) eine Benzol/Eichbensin-Mischung (Unterbezugskraftstoffe),
- 3.) eine Z/Eichbensin-Mischung (Unterbezugskraftstoffe).

Jede Probe wurde mit jeder Bezugsmischung dreimal untersucht und zwar, wenn etwa 20, 75 und 120 Betriebsstunden nach der vorangegangenen Entkohlung des Motors verstrichen waren.

Um den Zustand des Klopfmotors zu überwachen, sollte vor jeder der drei Betriebsperioden das Einstellbenzin 8c, dessen Klopfwert bekannt ist, in üblicher Weise untersucht werden. Die drei Proben selbst sollten mit den Bezugskraftstoffen Benzol, Oktan und Z unmittelbar hintereinander untersucht werden. Es waren also an jedem Motor insgesamt 30 Messungen durchzuführen. Das erste Ergebnis ging am 16.4.42, das letzte am 11.5.42 beim Technischen Prüfstand Oppau ein. Die Teilnehmer und die eingesetzten Klopfmotoren sind in der Tafel 3 angeführt.

Tafel 3
Teilnehmer-Verzeichnis

Lfd. Nr.	Prüfstelle	Klopfmotor	
		IG.	CFR
1	AG. der Kohlenwertstoff-Verbände, BV.	1	1
2	Ammoniakwerk Merseburg	2	2
3	Deutsch-Amerikanische-Petroleum-Gesellschaft	-	1
4	Forschungsinstitut Stuttgart	1	-
5	I.G.Farbenindustrie Lu.	1	-
6	" TPr.Op.	1	1
7	Nitag	-	1
8	Olex	1	2
9	Ruhrbensin	1	1
10	Steinkohlenbergwerk Rheinpreussen	2	-
Zahl der eingesetzten Klopfmotoren		10	9

II. Versuchsauswertung

Das Muster eines Auswertungsvordruckes zeigt die Anlage 1. In den Vordruck wurde von jeder Prüfstelle die unmittelbar bestimmten Werte zunächst für das Einstellbenzin 8c, dann für die Probe DD, die Probe DU und die Probe M eingetragen, und zwar nach 20 - 75 und 120 Betriebsstunden. Die Benzolwerte wurden über die betriebseigene, die Z-Werte über die gemeinsame Eichkurve in Oktanzahlen umgerechnet und in den Auswertungsvordruck eingetragen. Für Benzol waren also die Eichkurven verschieden, für Z jedoch gleich. Nur die Prüfstelle Nr.10 verwendete eine eigene Z-Kurve.

Bei der Auswertung durch den Technischen Prüfstand Oppau wurden die eingesandten Einzelwerte zu Einzelmitteln, diese wiederum zu Reihennitteln, diese zu Motormitteln und diese schliesslich zu Gesamtmitteln, abhängig vom Bezugskraftstoff zusammengefasst (vgl.Tafel 4).

Tafel 4

Darstellung des Auswertungsganges

Bezeichnung	Anzahl der Werte	Unterteilung nach			Proben	Laufseiten
		Bezugsstoffe	I.G.-Motoren	CFR-Motoren		
Einzelwerte	513	3	10	9	3	3
Einzelmittel	171	3	10	9	3	-
Reihennittel	18	3	1	1	3	-
Motormittel	6	3	1	1	-	-
Gesamtmittel	3	3	-	-	-	-

Wie die Anlage 1 der I.G.-Prüfstelle Nr.1 zeigt, wurde zunächst für das Einstellbenzin 8c, dann für die folgenden 9 Versuchsreihen das Einzelmittel errechnet. Hierbei wurden folgende Oktanzahlen erhalten: 77,8-76,1-75,6-76,5-76,1-75,7-76,7-74,9-74,4 und 75,6. Die mittleren

Streuungen aller 9 Messreihen um das zugehörige Reihennittel wurde gebildet. Diese betragen für das angezogene Beispiel 0,4-0,2-0,1 usw. OZ. Schliesslich wurden die grössten Unterschiede, die bei der dreimaligen Untersuchung aufgetreten sind, ermittelt und eingetragen. Dies sind in der Anlage 1 die Werte 1,3-0,4-0,3-0,5 usw. OZ.

Da es sich im Laufe der Auswertung durch den Technischen Prüfstand zeigte, dass die Laufzeit der Motoren praktisch ohne Einfluss auf das Messergebnis geblieben ist (s.später), wurden in der Anlage 2 die errechneten Einzelmittel aller Prüfstellen, unterteilt nach I.G.- und CFR-Motoren, zusammengestellt. Für jede der 18 Versuchsreihen wurde der Mittelwert gebildet, der dann als Reihennittel bezeichnet wurde. Die entsprechenden Werte der Tafel 5 sind 77,5-74,9-75,3-75,5 usw.OZ.

Es konnte nun die Streuung eines jeden Prüfstandsmittels um das zugehörige Reihennittel angegeben werden. Die entsprechenden Werte aller Prüfstellen, unterteilt nach I.G.- und CFR-Motoren, sind in den Tafeln 7 und 8 der Anlage 3 enthalten. Aus diesen einzelnen Streuungen wurde dann die mittlere Streuung ohne Berücksichtigung des Verzeichnisses errechnet, diese Werte, ebenfalls Reihennittel, sind in den Tafeln 7 und 8 enthalten.

Wie schon erwähnt, wurde in den Auswertungsvordrucken die mittlere Streuung der Einzelwerte am gleichen Klopfmotor errechnet. Für das Beispiel der Prüfstelle 1 sind dies die Werte 0,2-0,1-0,2-0,3-0,3-0,4-0,2-0,5 und 0,3 ROZ; diese Werte sind, zusammen mit denen der entsprechenden anderen Prüfstellen, in den Tafeln 9 und 10 der Anlage 4 zusammengefasst worden. Das Mittel aus diesen Einzelstreuungen der 9 I.G.- und 7 CFR-Motoren wurde als Reihennittel der mittleren Streuungen beim Untersuchen am gleichen Motor bezeichnet. In der Anlage 4 sind die Werte für die Prüfstellen 8b und 9 nicht aufgeführt, weil dort nur zwei, anstatt drei Messungen mit der gleichen Probe und den gleichen Bezugskraftstoffen durchgeführt worden sind. Aus dem gleichen Grund sind auch die Werte für das Einstellbenzin 8c in der Zusammenstellung nicht enthalten.

In ähnlicher Weise wurden die grössten Einzelstreuungen, die bei der dreimaligen Untersuchung der Proben aufgetreten sind, in den Zahlentafeln 11 und 12 der Anlage 5 zusammengefasst zu "Reihenmittelwerten der grössten Streuungen beim Untersuchen am gleichen Motor". Es war dies notwendig, um die drei Bezugskraftstoffe Benzol, Oktan und Z auch hinsichtlich der grössten Streuungen miteinander vergleichen zu können. Die Angabe einer einmal aufgetretenen Streuung hätte zu Trugschlüssen führen können. Nach diesen Richtlinien wurden in die Tafel 11 für die I.G.-Prüfstelle 1 die Werte 0,4-0,3-0,5-0,8-0,7-0,9-0,5-1,4 und 0,8 ROZ aus dem Auswertungsvordruck übertragen.

Von den Untersuchungsreihen mit Oktan/Heptan als Urbezugskraftstoff wurden aus den Auswertungsvordrucken die Unterschiede der Einzelwerte vom Einzelmittelwert für die drei Proben DD-DU und M errechnet. Das Ergebnis ist in den Bildern 1 bis 3 der Anlage 6 abhängig von der Laufzeit dargestellt. Für das Beispiel der I.G.-Prüfstelle 1 und der Untersuchung der Probe DD mit Oktan erhält man so

bei 20 stündigem Lauf die Streuung -0,1	} um den Einzelmittelwert	76,6
bei 75 stündigem Lauf die Streuung +0		
bei 120stündigem Lauf die Streuung +0,2		

III. Versuchsergebnis

a) Einfluss der Laufzeit

Die Darstellungen in der Anlage 6 zeigen, dass bei diesen Untersuchungen die Laufzeit des Motors praktisch keinerlei Einfluss auf die Oktanzahl der drei Proben ausgeübt hat; die Einzelwerte streuen ziemlich gleichmässig um das zugehörige Einzelmittel. Aus dieser Tatsache wurde die Berechtigung abgeleitet, das Einzelmittel als das massgebliche Ergebnis eines jeden Motors zu betrachten und bei der weiteren Ausrechnung statt der Vielheit der Ergebnisse nur diese Einzelmittelwerte gegenseitig zu vergleichen, wie es dann in der Anlage 2 geschehen ist. Hätte die Unter-

suchung aber einen Einfluss der Laufzeit auf das Messergebnis gezeigt, so wäre diese Vereinfachung unzulässig gewesen.

Die Tatsache, dass innerhalb der untersuchten Grenzen die Laufzeit des Motors den Messwert nicht beeinflusst hat, ist umso bemerkenswerter, als bei den Messungen, die in der Anlage 6 wiedergegeben sind, Kraftstoffe verglichen wurden, deren Aufbau sehr verschieden ist. Die Proben waren durchweg Benzine mit einem Benzolgehalt zwischen 25 und 39%, also verhältnismässig empfindlich auf Änderung in den Betriebsbedingungen. Die Vergleichsmischung hingegen setzte sich aus den reinen Kohlenwasserstoffen Oktan und Heptan zusammen, die als Urbezugskraftstoffe als völlig unempfindlich angenommen werden. Das jetzt erhaltene Ergebnis deckt sich mit dem aus früheren Versuchen der Arbeitsgemeinschaft für Klopfmessung, das ebenfalls keinerlei bemerkenswerten Einfluss des Motorenzustandes auf das Messergebnis beim Vergleichen von artverschiedenen Kraftstoffen nachweisen konnte (vgl.Bericht Nr.464).

b) Messwert und Bezugskraftstoff

Wie die Anlage 2 zeigt, sind mit den drei Bezugskraftstoffen für die untersuchte Probe ähnlich grosse Reihenmittel erhalten worden. Es lässt sich aber erkennen, dass in allen Fällen eine steigende Bewertungsfolge Bo-Oktan-Z aufgetreten ist. Gegenüber den Messungen mit Oktan/Heptan, die als Basis den Betrachtungen zu Grunde gelegt werden müssen, haben sich folgende Unterschiede der Reihenmittel ergeben:

Tafel 9a

Abweichungen der Bo- und Z-Werte von den Werten mit Oktan

Probe	Motor	Bo	Z
DD	I.G.	-0,4 ROZ	+0,2 ROZ
	CFR	-0,3	+0,2
DU	I.G.	-0,4	+0,2
	CFR	-0,2	+0,2
M	I.G.	-0,4	+0,2
	CFR	-0,3	+0,2
Gesamtittel		-0,3	+0,2

Wie die Tafel 9a zeigt, beträgt das Gesamtmittel der Unterbewertung bei Benzol $-0,3$ ROZ, während mit Z eine Überbewertung mit $0,2$ OZ gefunden worden ist.

Obwohl die Unterschiede mit $-0,3$ bzw. $+0,2$ ROZ an sich sehr klein sind und weit innerhalb der üblichen Messgenauigkeit liegen, ist doch der Bewertungsunterschied mit rund $0,5$ ROZ zwischen den beiden Stoffen Benzol und Z merkbar. Wie aus der Anlage 2 ersichtlich ist, sind von allen drei Proben wesentliche Bewertungsunterschiede je nach dem verwendeten Bezugskraftstoff nur durch die Stellen Nr.2 und 6 (I.G.-Motoren) und die Stellen Nr.6 und 7 (CFR-Motoren) festgestellt worden. Eine vom Bezugskraftstoff abhängige Bewertungshöhe kann jedoch besonders dann eintreten, wenn die zugehörigen Eichkurven nicht aufeinander abgestimmt sind. Für den Technischen Prüfstand (Prüfstelle Nr.6) trifft dies zu. Wir hatten zur Auswertung der Ergebnisse mit Benzol auf die früher häufig verwendete Einheitskurve zurückgegriffen. Als es sich dann zeigte, dass über Benzol wesentlich geringere Oktanzahlen erhalten worden sind, als mit Oktan und Z, wurde diese Eichkurve durch zwei Punkte des in Frage kommenden Messbereiches nachgeprüft und dabei ein Kurvenast erhalten, der um $1,3$ OZ höhere Werte ergibt. Dadurch verkleinert sich der mittlere Unterschied aus allen sechs Messungen von $1,6$ OZ auf $0,3$ OZ, wodurch das Gesamtmittel der Abweichung zwischen Benzol und Oktan entsprechend verringert wird. Es ist möglich, dass bei den beiden anderen Prüfstellen in ähnlicher Weise eine Verlagerung der Eichkurve zwischen dem Zeitpunkt ihrer Aufstellung und der vorliegenden Untersuchung aufgetreten ist. Die von den einzelnen Prüfstellen benutzten Eichkurven sind in Bild 4 und 5 der Anlage 7 dargestellt. Die gestrichelte Linie 6 des Technischen Prüfstandes Oppau wurde, wie vorstehend beschrieben, erst nachträglich aufgestellt.

c) Wiederholbarkeit der Messwerte und Bezugskraftstoff
(Messungen am gleichen Motor)

Da jede Probe dreimal untersucht worden ist und, wie aus Anlage 6 hervorgeht, das motorische Verhalten unverändert blieb, kann aus den beobachteten Streuungen die Messgenauigkeit der einzelnen Klopfanlage angegeben werden. Diese mittlere Streuung ist für die einzelnen Fälle in der Anlage 4 aufgeführt und in Bild 6 bis 8 der Anlage 8 aufgetragen. Aus dieser ist ersichtlich, dass die Bezugskraftstoffe keinen Einfluss auf die Messgenauigkeit bei Wiederholungen haben, denn es beträgt das Reihemittel für die mittlere Streuung 0,2 bis 0,3 ROZ. Der Gesamtmittelwert errechnet sich aus Tafel 9 und 10.

Tafel 13

Gesamtmittel der mittleren Streuungen am gleichen Motor

Benzol	<u>±0,2 ROZ</u>
Okтан	<u>±0,2 ROZ</u>
Z	<u>±0,2 ROZ</u>

Dieses an sich sehr gute Ergebnis darf jedoch nicht überschätzt werden, denn die grössten Streuungen, mit denen in der Praxis gerechnet werden muss, betragen im Gesamtmittel 0,6 OZ, wie sich aus der Tafel 14 ergibt.

Tafel 14

Gesamtmittel der grössten Unterschiede am gleichen Motor

Benzol	0,5 ROZ
Okтан	0,7 ROZ
Z	0,6 ROZ

Dieses sind, worauf nochmals hingewiesen wird, Mittelwerte, die zum Vergleich der drei Bezugskraftstoffe notwendig waren. Im Einzelfalle sind aber Unterschiede bis zu 2,7 OZ aufgetreten (vgl. Tafel 11, Prüfstelle 10).

Auch die Tafel 14 zeigt in Übereinstimmung mit den bereits besprochenen Werten nach Anlage 4, dass die Wahl des Bezugskraftstoffes praktisch ohne Einfluss auf die Reproduzierbarkeit ist. Die bei der Prüfstelle 10 aufgetretenen erheblichen Streuungen mit den Bezugskraftstoffen Oktan und Z wurden durch die zweite Messung verursacht, die im Vergleich zur 1. und 3. Messung viel geringe Oktanzahlen für Oktan und Z ergab (vgl. Anlage 9). Eine zur Klärung angesetzte 4. Messreihe zeigte dann gute Übereinstimmung mit den Werten besonders der 3. Messreihe (Anlage 8), ohne dass der Grund des Versagens bei der 2. Reihe festgestellt werden konnte. Mit Ausnahme der Abweichung 2,7 OZ verteilen sich die anderen grossen Abweichungen einigermaßen gleichmässig auf alle drei Bezugskraftstoffe, wie aus der Anlage 9 ersichtlich ist.

d) Streuungen und Bezugskraftstoff
(Messungen an verschiedenen Motoren)

Die in der Anlage 3 angeführten Streuungen der Einzelmittel um die zugehörigen Reihennittel sind in den Bildern 9 bis 11 der Anlage 9 für sämtliche Einzelwerte dargestellt. Man erkennt, dass sich auch hier alle drei Bezugskraftstoffe völlig gleich verhalten. Dies geht auch aus den in der Anlage 3 errechneten Reihennitteln für die mittleren Streuungen hervor, die ihrerseits wieder in einem Gesamtmittel zusammengefasst, folgende mittlere Streugrenzen ergeben.

Tafel 15

Gesamtmittel der Streuungen bei Untersuchungen an verschiedenen Motoren

Benzol	$\pm 0,5$ OZ
Oktan	$\pm 0,4$ OZ
Z	$\pm 0,4$ OZ

e) Motorenbauart und Bezugskraftstoff

Aus den in der Anlage 2 angeführten Einzelmittelwerten wurden, getrennt nach den Bezugskraftstoffe, der Bewertungsunterschied zwischen dem I.G.-Prüfmotor und dem CFR-Motor gebildet. Hierbei wurde als Motoren-mittel erhalten:

Tafel 16

Unterschied in den Messwerten zwischen dem I.G.-Prüfmotor und dem CFR-Motor

Benzol	+0,1 ROZ (I.G.-CFR)
Oktan	+0,2 ROZ
Z	+0,2 ROZ

Mit allen drei Bezugskraftstoffen wurde der gleiche Bewertungs-unterschied zwischen dem I.G.- und dem CFR-Motor gefunden, hierauf ist der Bezugskraftstoff ohne Einfluss. Der I.G.-Prüfmotor misst um rund 0,2 OZ höher als der CFR-Motor. Dieser Wert deckt sich mit den Ergebnissen der halb-jährlichen Vergleichsversuche, hier wurde der Wert +0,1 OZ erhalten.

In Ähnlicher Weise wurden die Streugrenzen nach der Anlage 3 er-mittelt. Dabei wurde erhalten:

Tafel 17

Streuungen am I.G.- und CFR - Motor

	I.G.	CFR
Benzol	0,6	0,5 ROZ
Oktan	0,5	0,3 ROZ
Z	0,5	0,3 ROZ

Mit allen drei Bezugskraftstoffen wurden an beiden Motoren Ähnlich grosse Streuungen erhalten, diese liegen im Mittel zwischen 0,3 und 0,6 OZ.

f) Motorenüberwachung durch Einstellbenzin

Da nur etwa die Hälfte der Versuchsteilnehmer mit dem Einstellbenzin 8c gearbeitet hat, lässt sich aus diesen Versuchen nichts abschliessendes über die Brauchbarkeit dieser Art der Motorenüberwachung sagen. Bekanntlich sollen durch Verwendung von Einstellbenzin Änderungen im Wärmeverhalten des Klopfmotors erkannt werden. Da die einzelnen Prüfstellen nichts Gegenteiliges berichtet hatten, ist anzunehmen, dass alle Motoren über die gesamte Untersuchungsdauer als in Ordnung betrachtet wurden. Bemerkenswerterweise wurde bei der schon besprochenen 2. Messreihe der Prüfstelle 10, die ein starkes Abfallen der mit Oktan und Z erhaltenen Werte gezeigt hat, das Einstellbenzin um 0,9 OZ gegenüber der 1. und 3. Messreihe unterbewertet.

IV. Zusammenfassung:

In Tafel 18 ist das Gesamtergebnis zusammengestellt, das beim Vergleich der Ergebnisse mit Benzol, Oktan und Z erhalten worden ist. Hiernach ist:

- 1.) Bei Wiederholung der Messwerte am gleichen Motor ist der Bezugskraftstoff ohne Einfluss auf die Messgenauigkeit.
- 2.) Bei Untersuchungen an verschiedenen Motoren zeigt sich die Streugrenze unabhängig von der Art der Bezugskraftstoffe.
- 3.) Es wurde je nach der Art des Bezugskraftstoffes ein geringer Bewertungsunterschied (max. Mittelwert 0,5 OZ) festgestellt. Dieser Unterschied lässt sich durch Anwendung ungenauer Eichkurven erklären. In einem Falle wurde diese Vermutung bestätigt.

- 4.) Laufzeiten bis zu 125 Stunden nach der Entkohlung des Motors blieben noch ohne Einfluss auf den Messwert.
- 5.) Messhöhe und Streugrenze des I.G.- und CFR-Motors sind gleich gross und werden von der Art des verwendeten Bezugskraftstoffes nicht beeinflusst.
- 6.) Ein abschliessendes Urteil über die Brauchbarkeit der Einstellbensine lässt sich nach diesen Versuchen noch nicht abgeben.

Tafel 18

Vergleich der Gesamtmittel bei der Untersuchung mit
Benzol, Oktan und Z

Gesamtmittel der	Bezugskraftstoff			Einfluss
	Bo	Oktan	Z	
mittl.Streuungen am gleichen Motor	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	keiner
grössten Unterschiede am " "	$\pm 0,5$	$\pm 0,7$	$\pm 0,6$	keiner
mittl.Streuungen an verschiedenen Motoren	$\pm 0,5$	$\pm 0,4$	$\pm 0,4$	keiner
Bewertungsunterschiede gegenüber Oktan	$-0,3$	0	$+0,2$	gering
Messunterschiede zwischen I.G.- und CFR-Motor	$+0,1$	$+0,2$	$+0,2$	keiner

I.G.Farbenindustrie Aktiengesellschaft
Ludwigshafen/Rhein
Technischer Prüfstand Oppau

Vergleichsversuche mit den Unterbesatzkraftstoffen BO und Z (V.V.98)

Research-Methode

Prüfstelle: Nr.1

Motor: I.G.-Prüfmotor

a) Unmittelbar bestimmte Werte.

Tag	Sc	Probe DD			Probe DU			Probe M		
		Bo	Okt.	Z	Bo	Okt.	Z	Bo	Okt.	Z

1.Untersuchung 20 Std. nach Entkohlen

29.4. | 59,8 | 50,1 | 75,5 | 59,2 | 50,3 | 75,3 | 58,2 | 48,4 | 73,8 | 56,5

2.Untersuchung 75 Std. nach Entkohlen

9.4. | 62,0 | 49,6 | 75,6 | 58,4 | 49,4 | 75,8 | 59,4 | 48,8 | 75,2 | 57,9

3.Untersuchung 120 Std. nach Entkohlen

15.4. | 61,0 | 50,1 | 75,8 | 58,8 | 50,2 | 76,0 | 59,8 | 48,3 | 74,3 | 56,7

b) Über die Eichkurven errechnete Oktanzahlen

Tag	Sc	Probe DD			Probe DU			Probe M		

1.Untersuchung 20 Std. nach Entkohlen

| 77,1 | 76,2 | 75,5 | 76,8 | 76,4 | 75,3 | 76,2 | 75,1 | 73,8 | 75,3

2.Untersuchung 75 Std. nach Entkohlen

| 78,4 | 75,8 | 75,6 | 76,3 | 75,6 | 75,8 | 76,9 | 75,1 | 75,2 | 76,1

3.Untersuchung 120 Std. nach Entkohlen

| 77,8 | 76,2 | 75,8 | 76,5 | 76,3 | 76,0 | 77,1 | 74,6 | 74,3 | 75,4

Einzelmit- tel	77,8	76,1	75,6	76,5	76,1	75,7	76,7	74,9	74,4	75,6
mittlere Streuung	0,4	0,2	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,2	0,5	0,3
größte Streuung	1,3	0,4	0,3	0,5	0,8	0,7	0,9	0,5	1,4	0,8

Messwerte (Mittel aus drei Messungen)

Tafel 5 I.G.-Prüfmotoren

Prüf- stelle	8c	Probe DD			Probe DU			Probe M		
		Bo	Okt.	Z	Bo	Okt.	Z	Bo	Okt.	Z
1	77,8	76,1	75,8	76,5	76,1	75,7	76,7	74,9	74,4	75,6
2a	-	74,6	75,6	75,9	75,5	76,3	76,4	73,2	74,4	74,5
2b	-	74,4	75,7	76,0	74,8	76,6	76,8	72,2	73,7	74,3
4	77,7	74,9	75,7	75,6	75,5	76,0	75,9	74,2	75,0	74,5
5	77,7	75,2	75,1	74,9	75,2	74,9	74,7	74,1	74,0	74,1
6	77,0	74,3	75,0	75,0	74,3	75,5	75,9	73,0	73,7	74,1
8	-	74,0	74,3	75,3	74,9	75,4	75,9	72,8	73,2	73,8
9x	-	75,6	75,5	75,6	75,3	75,3	75,3	75,0	75,3	75,5
10a+	-	75,0	75,8	75,6	75,4	76,1	75,9	73,2	74,1	73,9
10b+	77,4	75,2	74,6	74,7	75,9	75,0	75,1	74,2	72,7	73,0
Reihen- mittel	77,5	74,9	75,3	75,5	75,3	75,7	75,9	73,7	74,1	74,3

Tafel 6 CFA-Motoren

1	77,9	74,7	74,4	74,5	75,7	75,7	76,0	73,5	73,9	73,9
2a	-	76,0	75,3	75,4	76,6	75,7	76,0	74,8	73,9	74,2
2b	76,7x	74,6	75,1	75,5	75,7	75,8	76,1	73,6	73,8	74,0
3	-	74,5	74,7	74,8	75,3	75,6	75,7	73,8	73,8	74,0
6	77,4	73,1	74,9	75,9	74,2	75,9	75,7	72,2	74,0	74,1
7	77,2	73,7	75,0	74,7	74,9	75,7	75,7	73,1	74,1	74,1
8a	-	74,5	75,0	75,0	75,2	75,7	75,6	73,7	74,1	74,2
8b	-	74,6	74,3	75,0	75,7	75,4	75,7	73,8	73,5	74,3
9x	-	75,3	75,4	75,5	75,5	75,3	75,3	75,2	75,0	75,2
Reihen- mittel	77,4	74,6	74,9	75,1	75,4	75,6	75,8	73,7	74,0	74,2

x Mittelwert aus 2 Messungen

+ Mittelwert aus 4 Messungen

Mittlere Streuungen beim Untersuchen an verschiedenen Motoren

Tafel 7 I.G.-Prüfmotoren

Prüfstelle	8c	Probe DD			Probe DU			Probe M		
		Bo	Okt.	Z	Bo	Okt.	Z	Bo	Okt.	Z
Reihenmittel	77,5	74,9	75,3	75,5	75,3	75,7	75,9	73,7	74,1	74,3
1	+0,3	+1,2	+0,3	+1,0	+0,8	±0	+0,8	+1,2	+0,3	+1,3
2a	-	-0,3	+0,3	+0,4	+0,2	+0,6	+0,5	-0,5	+0,3	+0,2
2b	-	-0,5	+0,4	+0,5	-0,5	+0,9	+0,9	-1,5	-0,4	±0
4	+0,2	±0	+0,4	+0,1	+0,2	+0,3	±0	+0,5	+0,9	+0,2
5	+0,2	+0,3	-0,2	-0,6	-0,1	-0,8	-1,2	+0,4	-0,1	-0,2
6	-0,5	-0,6	-0,3	-0,5	-1,0	-0,2	±0	-0,7	-0,4	-0,2
8	-	-0,9	-1,0	-0,2	-0,4	-0,3	±0	-0,9	-0,9	-0,5
9	-	+0,7	+0,2	+0,1	±0	-0,4	-0,6	+1,3	+1,2	+1,2
10a	-	+0,1	+0,5	+0,1	+0,1	+0,4	±0	-0,5	±0	-0,4
10b	-0,1	+0,3	-0,7	-0,8	+0,6	-0,7	-0,8	+0,5	-1,4	-1,3
Reihenmittel		±0,5	±0,4	±0,4	±0,4	±0,5	±0,5	±0,8	±0,6	±0,6

Tafel 8 CFR-Motoren

Reihenmittel	77,4	74,6	74,9	75,1	75,4	75,6	75,8	73,7	74,0	74,2
1	+0,5	+0,1	-0,4	-0,6	+0,3	+0,1	+0,2	-0,2	-0,1	-0,3
2a	-	+1,4	+0,4	+0,3	+1,2	+0,1	+0,2	+1,1	-0,1	±0
2b	-0,7	±0	+0,2	+0,4	+0,3	+0,2	+0,3	-0,1	-0,2	-0,2
3	-	-0,1	-0,2	-0,3	-0,1	±0	-0,1	+0,1	-0,2	-0,2
6	±0	-1,5	±0	+0,8	-1,2	+0,3	-0,1	-1,5	±0	-0,1
7	-0,2	-0,9	+0,1	-0,4	-0,5	+0,1	-0,1	-0,6	+0,1	-0,1
8a	-	-0,1	+0,1	-0,1	-0,2	+0,1	-0,2	±0	+0,1	±0
8b	-	±0	-0,6	-0,1	+0,3	-0,2	-0,1	+0,1	-0,5	+0,1
9	-	+0,7	+0,5	+0,4	+0,1	-0,3	-0,5	+1,5	+1,0	+1,0
Reihenmittel		±0,5	±0,3	±0,4	±0,5	±0,2	±0,2	±0,6	±0,3	±0,2

Mittlere Streuungen beim Untersuchen am gleichen Motor

Tafel 9 I.G.-Prüfmotoren

Prüf- stelle	Probe DD			Probe DU			Probe M		
	Bo	Okt.	Z	Bo	Okt.	Z	Bo.	Okt.	Z
1	0,2	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,2	0,5	0,3
2a	0,1	0	0	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1
2b	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1
4	0,4	0	0,2	0,8	0,4	0,4	0,6	0,3	0,2
5	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
6	0,7	0,1	0,1	0,2	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2
8	0,2	0,2	0,2	0	0,3	0,2	0	0,3	0,4
10a	0,3	0,4	0,2	0,3	0,5	0,3	0,3	0,3	0,6
10b	0,3	0,7	0,7	0,3	0,8	0,8	0,1	0,7	1,0
Reihen- mittel	$\pm 0,3$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$

Tafel 10 CFR-Motoren

1	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	0,3	0,2	0	0
2a	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0
2b	0,1	0,1	0	0,2	0,2	0	0	0,1	0
3	0	0	0,1	0,1	0,1	0	0,1	0	0
6	0,2	0,4	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2
7	0,3	0,4	0,1	0,1	0,3	0,2	0,4	0,6	0
8a	0,2	0,6	0,5	0,3	0,4	0,5	0	0,2	0,1
Reihen- mittel	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	± 0

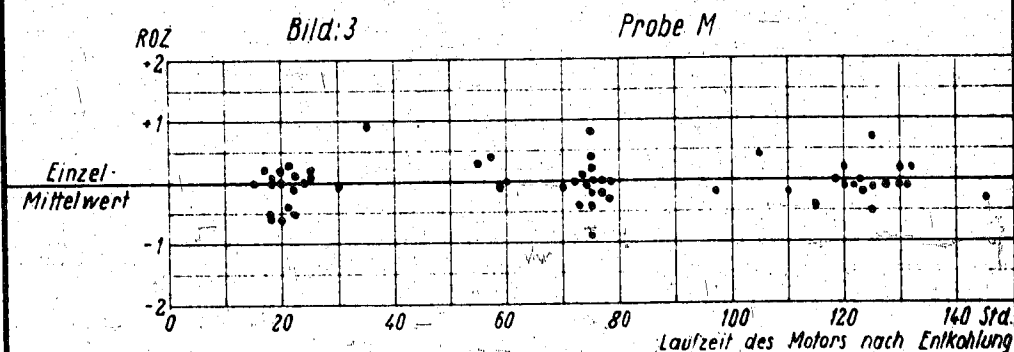
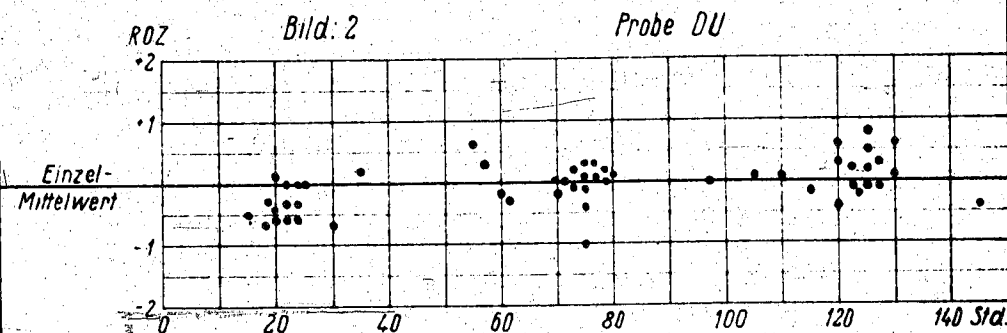
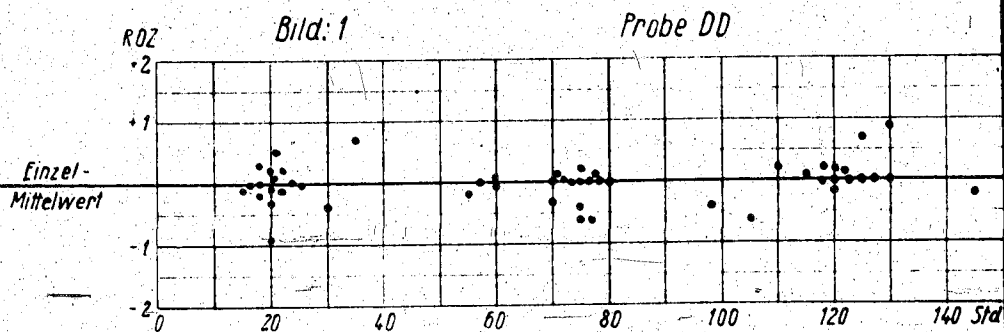
Grösste Streuungen beim Untersuchen am gleiche Motor

Tafel 11 I.G.-Prüfmotoren

Prüf- stelle	Probe DD			Probe DU			Probe M		
	Bo	Okt.	Z	Bo	Okt.	Z	Bo	Okt.	Z
1	0,4	0,3	0,5	0,8	0,7	0,9	0,5	1,4	0,8
2a	0,3	0,1	0	0,3	0,4	0,2	0,2	0,4	0,3
2b	0,6	0,6	0,4	0,5	0,4	0,3	0,5	0,2	0,3
4	1,1	0,1	0,6	2,0	1,2	1,2	1,5	0,6	0,5
5	0,4	0,1	0,2	0,5	0,2	0,2	0,2	0,5	0,6
6	1,7	0,2	0,3	0,6	1,1	0,6	0,5	0,7	0,6
8	0,6	0,5	0,5	0,1	0,7	0,4	0,1	0,7	0,9
10a	0,8	1,0	0,7	1,0	1,5	1,6	0,9	0,9	1,2
10b	0,7	1,7	2,0	0,7	2,0	2,1	0,4	1,7	2,7
Reihen- mittel	0,7	0,5	0,6	0,7	0,9	0,9	0,5	0,8	0,9

Tafel 12 2FR-Motoren

1	0,4	0,6	0,5	0,6	0,9	0,9	0,4	0,1	0,1
2a	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,4	0,2	0,2	0,1
2b	0,3	0,3	0,1	0,4	0,4	0,1	0,1	0,3	0,1
3	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,1	0,2	0,1	0,1
6	0,5	1,1	0,7	0,8	0,3	0,3	0,5	0,8	0,6
7	1,0	1,3	0,1	0,2	0,9	0,5	1,0	1,4	0,1
8a	0,7	1,3	1,2	0,8	1,3	1,3	0	0,4	0,3
Reihen- mittel	0,4	0,7	0,4	0,5	0,6	0,5	0,3	0,5	0,2



VV 98

Einfluß der Laufzeit des Motors auf die Oktanzahl des Kraftstoffes
 Bezugskraftstoffe: Oktan / Heplan

8534

15.6.42. *Jan*

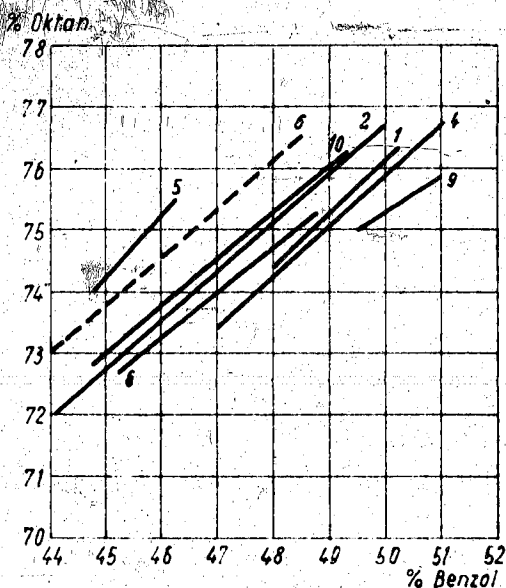


Bild: 4
J.G.-Prüfmotor

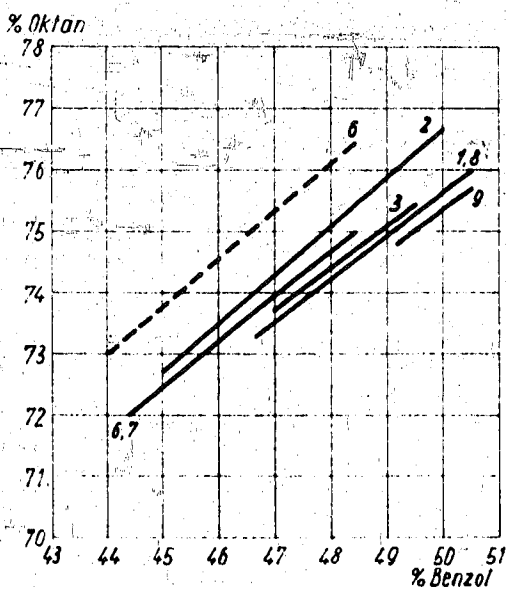
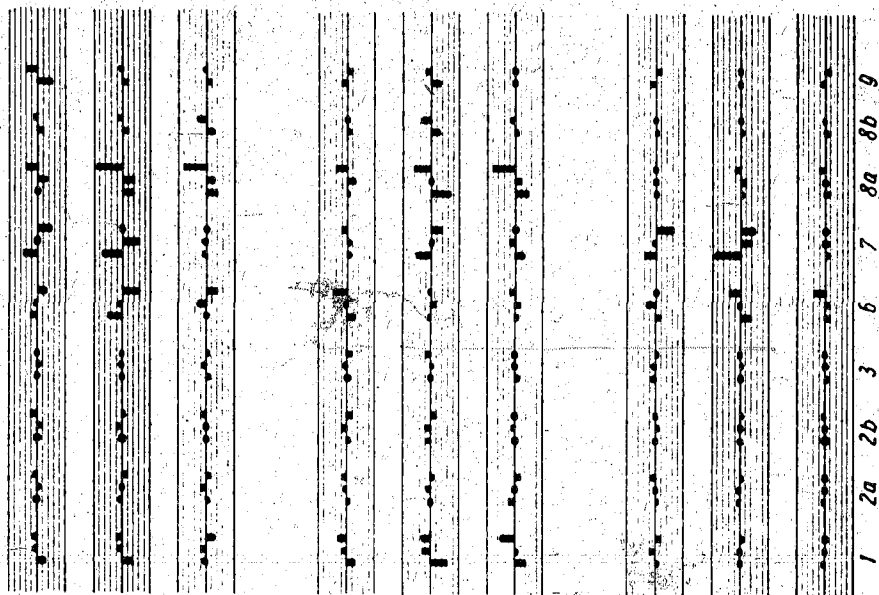


Bild: 5
CFR-Motor

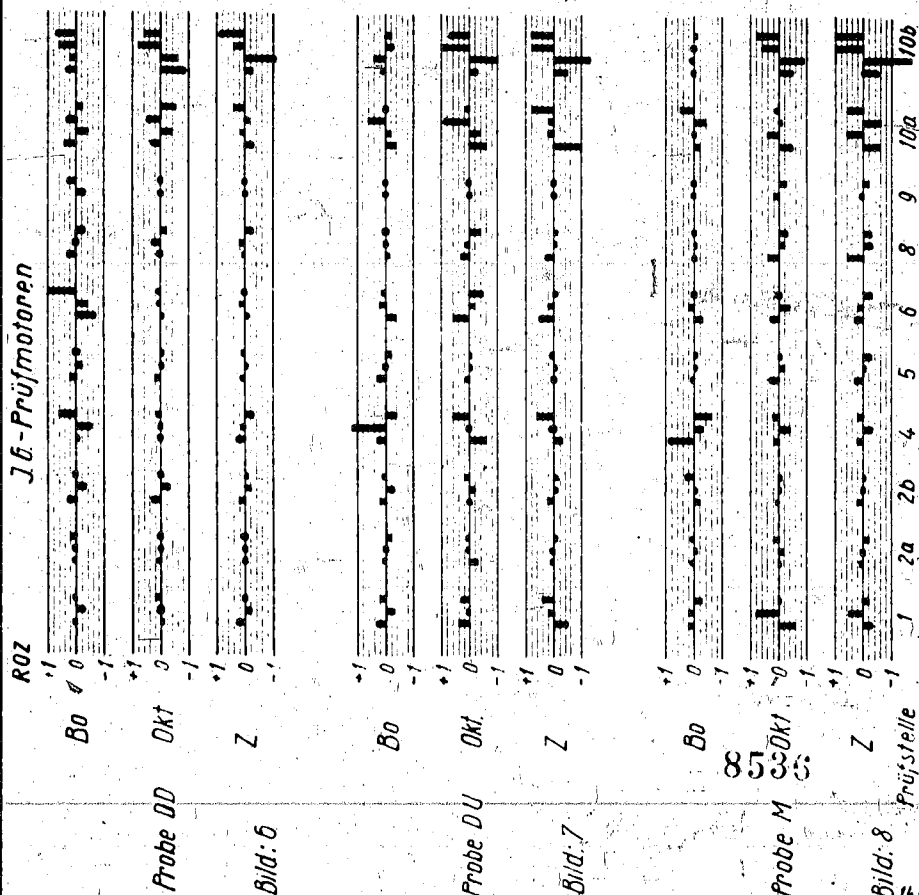
8535

VV98 Eichkurven der verschiedenen Prüfstellen (Research-Methode.)

CFR-Motoren



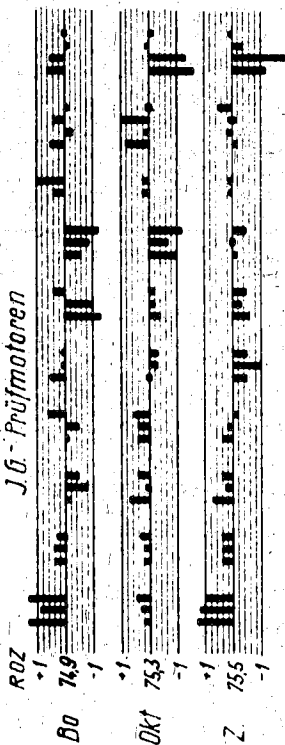
36-Prüfmotoren



VV98. Streuungen der Einzelwerte um das Einzelmittel

CFR-Motoren

J.G.-Prüfmotoren



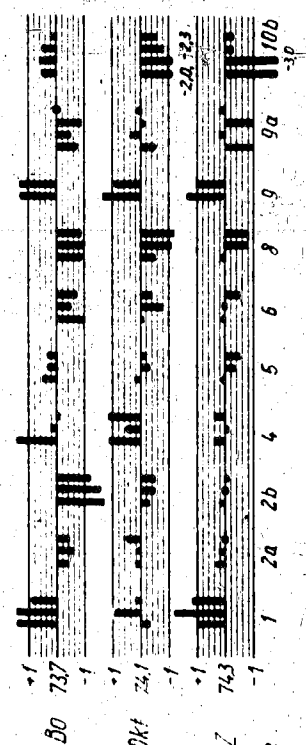
Probe
DU

Bild: 9



Probe
DU

Bild: 10



Probe
DU

Bild: 11

1142

VV08 Streuungen der Einzelwerte um das Reihemittel