

(D.)

REPORTS FROM THE
ERPROBUNGSTELLE, RECHLIN.

C105 ITEMS Nos.

102 THRU 106

102

23

001101

Rechlin, den 18.11.1941

MM

Zusammenfassung

Als Einheitmotor für die Cetanzahlbestimmung von Dieselmotoren wird der I.G. Prüfdiesel, als Einheitsprüfverfahren das Zündverzugsverfahren bei annähernd gleichem Zündverzug empfohlen.

Als Zündverzugs-Messapparatur sind, sofern nur Cetanzahlbestimmungen durchgeführt werden sollen, die Trägheitsindikatoren nach Dr. Neumann (Rhenania-Ossag) geeignet. Für eingehendere Untersuchungen über den Zünd- und Verbrennungsvorgang kann die von der I.G. bisher verwendete Apparatur (Quarzgeber und Braunsche Röhre) zusätzlich benutzt werden.

Soweit eine Neubeschaffung des I.G.- Prüfdiesels z.Z. noch nicht möglich ist, sollen Prüfstellen die bei ihnen vorhandenen CFR-, IG Diesel- oder HWA- Motoren mit dem Dr. Neumannschen Indikatoren aus- rüsten.

Bearbeiter:

Lange
Referent

Gesehen:

[Signature]
Leiter der
Erprobungsstelle

Verteiler:

- 1 x GL/A - M II (GL 5 II)
- 1 x Oberkdo. des Heeres, Na Prüf 6
- 1 x E-Stelle Traventünde, E 3 L
- 1 x DVL, Institut für Betriebsstoffforschung
- 1 x FKFS, Stuttgart-Untertürkheim
- 1 x I.G., Ludwigshafen, Techn. Prüfstand Oppau
- 1 x Rhenania-Ossag, ZMF Harburg
- 1 x Intava, Hamburg
- 1 x Nerag, Misburg (Hannover)
- 1 x Ruhrbenzin A.G., Oberhausen-Helten (Dr. Schaub)
- 1 x Juno, Dessau
- 1 x K.d.E.
- 1 x E 3
- 1 x E 3 c
- 3 x Reserve

Dieser Bericht enthält 21 Blätter

Bearbeitet:	Geprüft:	Geprüft:	Gelesen:
E3c1: Lange	E3c: <i>Dr. G. [Signature]</i>	E3: <i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i> J:
Gruppe	Bearbeiter	Tag	

A. A u f g a b e

001102

Es ist durch Vergleichsversuche festzustellen, welche Prüfmethode für Cetanzahlbestimmungen von Dieselmotoren im Bereich der Luftwaffe vorgeschrieben werden sollen.

B. E r g e b n i s

Es wird empfohlen, für Cetanzahlbestimmungen von Dieselmotoren das Zündverzugsverfahren und zwar ^{mit} annähernd konstantem Zündverzug als verbindlich zu erklären. Alle anderen geprüften Verfahren: der Dieselmotoren nach ASTM, das Dichteverfahren nach Marder, das Verfahren nach Dumanois im CFR-Vergasermotor und das Ansprungsverfahren des Heereswaffenamtes sind zu ungenau oder führen zu einer falschen Kraftstoffbewertung.

Motoren und Apparate für die Messung des Zündverzuges sind beim Zündverzugsverfahren (im Gegensatz zur Oktanzahlbestimmung) von verhältnismäßig untergeordneter Bedeutung. Der PKFS-Motor, der I.G.-Prüfdiesel, der CFR-Diesel und sogar der mit einer ganz anderen Luftüberschusszahl und lediglich mit Drosselung arbeitende HWA-Diesel ergeben eine recht gute Übereinstimmung der Versuchswerte. Ebenso erscheinen mit einer Ausnahme alle auf den verschiedensten Prinzipien beruhenden Geräte für die Zündverzugsmessung geeignet.

Um die Ergebnisse der verschiedenen Prüfstellen noch einheitlicher zu gestalten, wird für die Betriebsstoff-Laboratorien der Luftwaffe und der mit ihr zusammenarbeitenden Industrie folgende Regelung vorgeschlagen:

1.) Bei Neuanschaffung ist der I.G.-Prüfdiesel zu erstellen. Für einfache Prüfstellen, die nur Cetanzahlbestimmungen durchzuführen haben, ist er mit den von Dr. Neumann (Rheinland-Ossaag) entwickelten Trägheitsindikatoren auszurüsten. Prüfstellen, die grundlegende Versuchsarbeiten durchzuführen haben und über entsprechendes Personal verfügen, erhalten zusätzlich die bisherige I.G.-Normalapparatur (Quarzgeber und Braunsche Röhre). Beide Geräte können gleichzeitig am I.G.-Prüfdiesel angebracht werden.

I.G.,

2.) Die bei Prüfstellen bereits vorhandenen HWA- und CFR-Dieselmotoren werden mit Trägheitsindikatoren nach Dr. Neumann ausgerüstet.

Weitere Maßnahmen.

001103

- 1.) Nach Ausrüstung der Prüfstellen mit den Trägheitsindikatoren ist ein weiterer Ringversuch beabsichtigt.
- 2.) Die Trägheitsindikatoren werden z.Z. in Rechlin auf ihre Verwendbarkeit auch für die Bestimmung sehr hoher Cetanzahlen geprüft.

C. Versuchsdurchführung

Für die Untersuchung wurden die auf Tafel 1 zusammengestellten Diesel - kraftstoffe verwandt. Diese umfassen Naturgasöle, Crackprodukte, Braunkohlenteeröle und synthetische Stoffe mit Cetanzahlen zwischen 35 und 85. An den Versuchen nahmen folgende Stellen teil:

- 1.) DVL, Institut für Betriebsstofforschung,
Berlin-Adlershof.
- 2.) Forschungsinstitut für Kraftfahrwesen und Fahrzeugmotoren (FKFS).
Stuttgart - Untertürkheim.
- 3.) I.G. Farbenindustrie A.G., Techn. Prüfstand Oppau,
Ludwigshafen am Rhein.
- 4.) Intava, Hamburg.
- 5.) Rhenania-Osmag Mineralölwerke A.G., ZMP Harburg,
Hamburg - Harburg.
- 6.) Gewerkschaft Neue Erdöl Raffinerie (Nerag),
Misburg.
- 7.) Erprobungsstelle der Luftwaffe Rechlin,
Gruppe Betriebsstoffe E 3 c.

Die Zündwilligkeit, bzw. Cetanzahl der Kraftstoffe wurde nach folgenden Methoden bestimmt:

- 1.) Chemisch-physikalische Methoden.
 - a) Dieselindex nach ASTM
 - b) Dichte-Verfahren nach Marder
- 2.) Motorische Methoden.
 - a) Abgeändertes Verfahren nach Dumanois
 - b) Ansprungsverfahren nach der Methode von:
Heereswaffenamt (HWA), DVL-Slowak
 - c) Zündverzugsverfahren in folgenden Motoren:
FKFS-Motor, I.G.-Prüfdiesel, DVL-Slowak-Motor,
HWA-Motor, CFR-Diesel

Eine Übersicht über die von den einzelnen Prüfstellen angewendeten Verfahren enthält Tafel 2.

001104

D. Beschreibung der Prüfverfahren

1.) Dieselindex nach ASTM.

Der Dieselindex nach ASTM-Vorschrift errechnet sich wie folgt:

$$\text{Dieselindex} = \frac{\text{Anilinpunkt } ^\circ\text{F} \times \text{A.P.I.} - \text{Dichte}}{100}$$

Die entsprechenden Werte für die 14 geprüften Dieselmotorkraftstoffe enthält Tafel 3.

2.) Cetanzahl nach Marder.

Nach Marder besteht zwischen der Dichte von Dieselmotorkraftstoffen (mit gleicher Siedekennziffer = 300°C) und ihrer Cetanzahl die in Abb. 1 dargestellte Beziehung. Das verschiedene Siedeverhalten wird durch einen ebenfalls empirisch gefundenen Berichtigungswert berücksichtigt.

$$\text{Cetanzahl} = \text{CZ } 300 - (300 - \text{KZ}) f.$$

Darin bedeuten:

CZ 300 = Cetanzahl nach Kurve Abb. 1, abhängig von der Dichte⁺

KZ = Siedekennziffer, d.h. der Mittelwert der Siedetemperaturen bei 5 %, 15 % 85 %, 95 %.

f. = Berichtigungswert, abhängig von KZ (siehe Abb.1)

+ Für die direkte Bestimmung von CZ 300 sind auch entsprechende Aräometerspindeln entwickelt worden.

Da man inzwischen allgemein von der Cetanzahl zur Cetanzahl übergegangen ist, wurden die errechneten Cetanzahlen mit Hilfe der Abb. 2 in Cetanzahlen umgewandelt.

Die Berechnungsergebnisse für die verschiedenen Kraftstoffe sind in der Tafel 4 zusammengestellt.

3. Motorische Methoden)

Die motorischen Prüfverfahren sind im Teilbericht 14 beschrieben worden. Weitere Einzelheiten sind aus Tafel 2 zu entnehmen.

001105

E. Kritik der verschiedenen Prüfverfahren

1.) Zündverzugsverfahren.

Die von den einzelnen Prüfstellen nach dem Zündverzugsverfahren gefundenen Cetanzahlen sind in Tafel 5 zusammengestellt.

Die Übereinstimmung ist, wenn man die Verschiedenheit der Motoren, der Prüfbedingungen und der für die Zündverzugsmessungen verwendeten Geräte berücksichtigt, recht gut. Lediglich der von der DVL verwendete Slowak-Motor weicht vielleicht infolge des dafür verwendeten Höchstdruckmessers von den übrigen Motoren ^{so} stark ab, daß er bei der Auswertung nicht berücksichtigt wurde. Aus den Cetanzahlen der übrigen 7 Motoren wurde für jeden der 14 geprüften Kraftstoffe der Mittelwert gebildet. Diese Mittelwerte werden im folgenden ~~bei der~~ bei der Beurteilung der einzelnen Prüfverfahren stets als Bezugswerte zugrunde gelegt.

In den Abbildungen 7 - 10 sind die in 1 FKFS-Motor, 1 I.G.-Prüfdiesel, 2 HWA-Motoren und 3 CFR-Motoren gefundenen Cetanzahlen, abhängig von den Mittelwerten für die gesamten Zündverzugsmessungen, graphisch dargestellt. Für diese 4 Motorentypen ergibt sich folgender Vergleich:

Prüfmotor	FKFS	I.G.-Diesel	HWA	CFR-Diesel
Prüfgenauigkeit, ca.	$\pm 1.5^+)$	$\pm 1^+)$	± 1	± 2.5
Mittlere Ab- weichung vom Mittelwert	+0.5	- 1.9	+ 1.5	- 0.6

+) nach Angabe der FKFS bzw. I.G.

Der FKFS-Motor liegt fast genau mit den Mittelwerten zusammen. Seine Prüfgenauigkeit ist befriedigend. Fehlerquellen können durch Verschmutzen des Quarzfensters auftreten.

Der I.G.-Diesel liegt etwas unter den Mittelwerten. Die Prüfgenauigkeit ist gut. Die für die Zündverzugsmessung verwendete Apparatur, Quarzgeber mit Braunscher Röhre, gestattet ausser der einfachen Cetanzahlbestimmung auch ein eingehenderes Studium der Verbrennungsvorgänge durch Aufnahme von Indikatordiagrammen. Für einfache Prüfstellen, in denen lediglich Cetanzahlen ermittelt werden sollen und kein besonders geschultes Personal zur Verfügung steht, ist diese Apparatur zu teuer und zu kompliziert in der Bedienung und Wartung.

Der HWA-Motor liegt etwas über den Mittelwerten. Seine Prüfgenaugigkeit ist gut. Die bei diesen Versuchen für die Messung des Einspritzbeginns und des Druckanstieges verwendeten Trägheitsindikatoren nach Dr. Neumann sind verhältnismäßig billig, betriebssicher und leicht zu warten. Die ^{Messung}erfolgt schnell und erfordert keine besonderen Kenntnisse.

Der CFR-Dieselmotor ergibt zwar dadurch, daß Mittelwerte aus 3 Motoren gebildet werden konnten, eine sehr gute Übereinstimmung mit den Gesamt-Mittelwerten des Zündverzugsverfahrens. Jedoch ist die Reproduzierbarkeit der Meßwerte und damit die Versuchsgenauigkeit schlechter als bei den anderen Motoren. Die z.T. ziemlich großen Unterschiede zwischen den 3 einzelnen CFR-Motoren erklären sich dadurch, daß nicht nur verschiedene Zündverzugsmeßverfahren benutzt wurden, sondern die Motoren auch bauliche Unterschiede aufwiesen. Daher kommt es, daß die CFR-Motoren der I.G. und Intava recht gut mit den Mittelwerten übereinstimmen, während der noch nicht mit dem Wirbelkopf ausgerüstete CFR-Diesel der E-Stelle Rechlin stärkere Abweichungen ergibt. Im übrigen kommt der amerikanische CFR-Diesel-Motor schon wegen der Ersatzteilbeschaffung künftig nicht mehr infrage.

Ein besonders interessantes Ergebnis dieser Vergleichsversuche ist, daß - ganz anders als bei der Klopfestigkeitsprüfung von Otto-Kraftstoffen - das Kraftstoff-Luft-Verhältnis keine besonders wichtige Rolle zu spielen scheint, wenigstens bei den in vorstehenden Motoren angewandten verhältnismäßig hohen Luftüberschußzahlen. Diese betragen etwa 12 beim HWA-Motor und etwa 2 - 3 bei den anderen Motoren!

2.) Anspringverfahren.

Die Ergebnisse nach dem Anspringverfahren enthält Tafel 6. Auch hier fällt der Slowak-Motor wieder so stark heraus, daß er unberücksichtigt blieb, und nur die 3 HWA-Motoren für die Beurteilung herangezogen wurden.

Wie aus Tafel 7 und der graphischen Darstellung Abb. 6 hervorgeht, ist für den Mittelwert der 3 HWA-Motoren die Übereinstimmung mit dem Zündverzugsverfahren im Cetanzahlbereich 35 - 45 befriedigend; allordings betragen auch hierbei die maximalen Unterschiede zwischen den einzelnen Motoren schon ± 3 Cetanzahlen. Im Cetanzahlbereich über 45 ergibt das HWA-Verfahren Werte, die wesentlich höher liegen als beim Zündverzugsverfahren; außerdem wird die Versuchsgenauigkeit noch wesentlich schlechter.

Neuerdings sind die Temperaturen des Kühlwassers und der Ansaugluft beim HWA-Verfahren von 45°C auf 70°C, bzw. 80°C heraufgesetzt worden. Wie sich das auswirkt, ergeben nachstehende, sämtlich in HWA-Motoren durchgeführte Cetanzahlbestimmungen:

Kraftstoff	A	B	C	D	Kühlwasser	Luft
Rechlin-Muster Nr.	11452	11453	11454	11455	°C	°C
<u>Anspringverfahren:</u>						
Prüfstelle: HWA	35	44.5	53	43	70	80
" Rechlin	33	42	49	41	80	80
<u>Zündverzugsverfahren:</u>						
Prüfstelle: Rechlin	37	47	55	48	45	45
" : Rhenania	-	49	57	49.5	45	45

Die Werte des HWA-Anspringverfahrens werden also durch die Temperaturerhöhungen herabgesetzt. In dem mittleren Cetanzahlgebiete, in dem bei den früheren Prüfbedingungen eine befriedigende Übereinstimmung mit dem Zündverzugsverfahren bestand, wird diese also nur verschlechtert. Ob im höheren Cetanzahlbereich gegen früher eine bessere Angleichung an das Zündverzugsverfahren erreicht wird, geht aus vorstehenden, vom HWA angeregten Versuchen leider nicht hervor.

Zusammenfassend ist also für das HWA-Anspringverfahren festzustellen, daß die Versuchsgenauigkeit wesentlich verbessert werden müßte, was zweifellos möglich ist, daß aber vor allem keine befriedigende Übereinstimmung mit dem Zündverzugsverfahren über den ganzen Cetanzahlbereich, auch nicht durch die Abänderungen der Versuchsbedingungen zu erreichen sein dürfte. Durch das Anlaßverfahren wird allenfalls das Anspringverhalten eines Dieseldkraftstoffes im kalten Motor gewertet, während das Zündverzugsverfahren den Zündvorgang im betriebswarmen Motor bestimmt, also der Klopfestigkeitsprüfung von Otto-Kraftstoffen entspricht.

3.) Abgeändertes Verfahren nach Dumanois.

Bei dem (hier etwas abgeänderten) Verfahren nach Dumanois wird die Oktanzahl eines zum Zwecke besserer Vergasung mit Benzin verdünnten Dieseldkraftstoffes bestimmt und aus einer Eichkurve die in reziproker Beziehung zur

Oktanzzahl stehende Cetanzahl ermittelt. Für dieses Verfahren könnten also einfach ohne jede Umänderung die für die Oktanzzahlbestimmung verwendeten CFR-Motoren oder I.G. - Prüfmotoren Verwendung finden. Das Verfahren ist jedoch sehr ungenau und ergibt zu große Abweichungen vom Zündverzugsverfahren (vergl. Abb. 5 und Tafel 7).

4.) Dieselindex nach ASTM.

Der Dieselindex steht ~~im~~ in keinem eindeutigen Zusammenhang mit der Cetanzahl (vergl. Abb. 3 und Tafel 7).

5.) Cetanzahlbestimmung nach Harder.

Nach dem Dichtoverfahren von Harder lassen sich Cetanzahlen mit einer Genauigkeit von nur etwa ± 6 ermitteln. Bei Zusatz von Zündpeitschen zum Kraftstoff muß diese Methode grundsätzlich versagen.

Das Verfahren ist also als zu ungenau abzulehnen.

(vergl. Abb. 4 und Tafel 7).

Tafel 1: Analytische Daten der Kraftstoffe

Nr.	Re Muster Nr.	Herkunft u. Bezeichnung	$d_{15}^{\circ}\text{C}$	Anilin-Punkt $^{\circ}\text{C}$	Siedebeginn $^{\circ}\text{C}$	90 Vol% bis 300 $^{\circ}\text{C}$ übergegangen bis $^{\circ}\text{C}$	10 Vol% übergegangen $^{\circ}\text{C}$	Siedepunkt $^{\circ}\text{C}$	Siedekoeffizient $^{\circ}\text{C}$
1	1856	Shell-Ver-suchsöl	0.871	49	168	293	92	333	256
2	875	I.G. I	0.876	29.4	135	277	> 95	320	228
3	1610	Deurag Krack-Gas-öl	0.889	25	204	266	> 95	313	240
4	914	Braunkohlensäure Verschen-Weitenfels	0.900	30.4	164	326	74	364	278
5	859	Standard B	0.859	64	201	318	78	350	272
6	2094	Deurag	0.879	44	213	310	83	333	265
7	856	Olex Glühkopf	0.867	53	214	318	82	364	272
8	4932	I.G. DT 1001	0.803	67.5	122	236	> 95	270	203
9	1065	Derop	0.856	66.6	189	338	70	374	281
10	1070	Shell	0.845	62.6	180	319	83	357	267
11	1338	Nitar	0.835	64.8	176	311	85	344	255
12	853	Standard A	0.843	79	243	318	67	343	291
13	1068	Olox	0.837	66.5	210	320	83	367	271
14	874	Ruhrchemie	0.762	85.9	190	266	> 95	298	237

Tafel 2: Zusammenstellung der Prüfstellen und Motoren.

Prüfstelle	Prüfverfahren	Motor	Zyl. Inhalt, Liter	Hub mm	Bohrung mm	ξ	n	Kraftstoffmenge pro Hub cm ³	Zündverzögerung OKW	Meßgerät	Einstrichdruck atü	Einstrichbeginn $\frac{OKW}{KW}$	Kühlwasserspritztemperatur °C
1.) FKFS, Stuttgart	Anspringverfahren	HWA	1.92	170	120	14.5	960	130	-	-	160	ca. 20	45
2.) Merg, Hannover	"	HWA	1.92	170	120	14.5	940	130	-	-	160	ca. 20	45
3.) DVL, Berlin	"	Slowak	1.62	170	110	variabel	700	150	-	-	160	18	70
4.) E-Stelle Rechlin	"	HWA	1.92	170	120	14.5	960	130	-	-	160	ca. 20	45
5.) FKFS, Stuttgart	Zündvorzugungsverfahren	FKFS	1.020	130	100	13	1800	35	variabel	Fotozelle u. Quarzfenster	180	20	70
6.) I.G. Ludwigshafen	"	I.G. Prüf Diesel	1.063	150	95	variabel	950	35	18	Quarzgeber mit Braunschweiger Röhre	220	20	100
7.) DVL, Berlin	"	Slowak	1.62	170	110	variabel	700	150	ca. 18	Hochdruckmesser	160	18	70
8.) Rhenania Oessag Hbg.	"	HWA	1.92	170	120	14.5	900	16	ca. 18	Prüfgeschwindigkeit mit Neon Röhre	160	ca. 20	45
9.) E-Stelle Rechlin	"	HWA	1.92	170	120	14.5	950	13	ca. 18	dto.	160	ca. 20	45

Tafel 2: Zusammenstellung der Prüfstellen und Motoren.

Prüfstelle	Prüfverfahren	Motor	Zyl. Inhalt Liter	Hub mm	Bohrung mm	ξ	n	Kraftstoff- menge pro Hub cm ³	Zünd- verzögerung °KW	Motoren- gerät	Min- spritz- druck atü	Ein- spritz- beginn °KW	Kühl- wasser Tempe- ratur °C
10.) I.G. Ludwigshafen	Zündver- fahren	C.F.R.	0.612	114.3	82.5		Vari 900 abel	-	18	Quarzge- ber mit Braunsche Röhre	-	-	100
11.) Intava Hamburg	"	G.F.R.	0.612	114.3	82.5		12 600	20	Vari- abel	Kontakt mit Glüh- lampe am Schwungrad	104.5	12	100
12.) E' Stelle Rechlin	"	G.F.R.	0.612	114.3	82.5		Vari 900 abel	29	12	Quarzge- ber mit Braunsche Röhre	105/130	14	100
13.) E' Stelle Rechlin	Dumasver- fahren	C.F.R.	0.612	114.3	82.5		Vari- 900 abel	29	12	Quarzge- ber mit Braunsche Röhre	105/130	14	100

Tafel 3: Berechnung des Dieselindex nach ASTM.

Kraftstoff	Anilinpunkt		A.P.J.	Dieselindex
	°C	°F	Dichte	
1	49	120.2	30.6	36.8
2	29.4	86.2	29.7	25.6
3	25	77	27.3	21.5
4	30.4	86.6	25.3	22.6
5	64	147.4	32.9	48.5
6	44	111.2	29.1	33.2
7	53	127.4	31.4	40.0
8	67.5	153.5	44.3	68
9	66.6	151.7	33.5	50.8
10	62.6	144.5	35.6	51.4
11	64.8	148.6	37.6	55.8
12	79.0	174.2	36	62.6
13	66.5	151.7	37.2	56.4
14	85.9	186.6	53.7	100.3

001113

Tafel 4: Bestimmung der Cetanzahl nach Marder.

Kraftstoff	Dichte 20°C	CZ 300	KZ °C	f	300-KZ	(300-KZ)/f	Cetanzahl	Cetanzahl
1	0.868	63	256	0.345	44	15.2	48	42
2	0.873	61	228	0.37	78	28.8	32	29
3	0.886	56	240	0.36	60	21.6	34.5	31
4	0.897	51.5	278	0.32	22	7.9	44.5	39
5	0.856	68.5	272	0.33	28	9.3	59	50
6	0.876	60	265	0.335	35	11.7	48.5	42
7	0.864	65	272	0.33	28	9.2	56	47.5
8	0.799	97	203	0.40	97	38.8	58	49
9	0.853	70	281	0.32	19	6.1	64	53.5
10	0.842	75	267	0.33	33	10.9	64	53.5
11	0.832	79.5	255	0.345	45	15.5	64	53.5
12	0.840	76	291	0.31	9	2.8	73	60
13	0.834	78.5	271	0.33	29.	9.6	69	57
14	0.758	123.5	237	0.36	63	22.7	101	78

Verfahren zur Cetanzahlbestimmung
von Dieselkraftstoffen.

Feilbericht 16

Blatt 14

0011114

Tafel 5: Cetanzahlen nach dem Zündverzugsverfahren

Prüfstelle	FKFS	I.G.	DWL	Rhenania	Rechlin	I.G.	Intava	Rechlin	Mittelwert	Größte Abweichung
Motor	FKFS	I.G. Diesel	Slowak	HWA	HWA	CFR	CFR	CFR	+	-
Kraftstoff 1	33.5	33.5	(45)	35.5	36.5	34	36	34.5	34.9	1.6
2	36.5	34.5	(41)	35.5	36	36	36.5	33	35.4	1.1
3	38	37	(44)	36.5	37.5	37	38	34.5	36.9	1.1
4	39.5	38	(42)	38	34 ?	37	40	42	38.4	3.6
5	43.5	41	(52)	44	44.5	41	43.5	42	42.8	1.7
6	44.5	40	(47)	43	43.5	42	44.5	44	43.1	1.4
7	45	42.5	(48)	45.5	46	44.5	44	41.5	44.1	1.9
8	46.5	46	(57)	51	52.5	46	51	43 ?	48.0	4.5
9	50	46	(51)	51	51	46	48	46	48.3	2.7
10	51.5	47.5	(56)	52	52.5	49.5	49.5	45.5	49.7	2.8
11	53.5	49	(60)	54.5	55.5	51	50.5	51	52.2	3.3
12	57	52	(57)	57.5	58.5	55	54.5	52	55.2	3.3
13	63.5	58.5	(54)	63.5	65	62	59	63	62.1	2.9
14	78.5 ?	83	(75)	85	85.5	85	82.5	(92)	83.3	2.2
Anmerkung:									Mittelwert +2.4	-3.2

Die eingeklammerten Werte sind bei den Mittelwerten und Abweichungen
nicht berücksichtigt!

Tafel 6: Cetanzahlen nach dem Anspringsverfahren.

Prüfstelle	DVL	FKFS	Nerag	Rechlin	U	
					Mittelwert der 3 HWA-Motoren	Größte Abweichung + -
Motor	Slowak	HWA	HWA	HWA		
Kraftstoff 1	(47)	34	38	35	35.7	2.3
2	(45)	32.5	36	34	34.2	1.8
3	(46)	36	39.5	37.5	37.7	1.8
4	(43)	37	41.5	37	38.5	1.5
5	(50)	42	46	41	43.0	2.0
6	(47)	40	46	41	43.3	3.7
7	(49)	44	48.5	43	45.2	2.3
8	(54)	49	56	44	49.7	2.2
9	(50)	51.5	56	47	51.5	5.7
10	(55)	54	60	49.5	54.5	4.5
11	(59)	55	61	49.5	55.2	5.0
12	(58)	58.5	65.5	55	59.7	5.7
13	(54)	68	76.5	-	72.2	4.7
14	(79)	99 ?	-	81.5	90.3	4.2
						8.8

001115

Mittelwert: +4.3 -3.7

Anmerkung:
Die eingeklammerten Werte sind bei den Mittelwerten und Abweichungen
nicht berücksichtigt!

Tafel 7: Mittelwerte aller Prüfverfahren.

Kraftstoff	Zündverzugsverfahren (ohne Slowak-Motor)		Anspringverfahren (nur HVA-Motoren)		Marder	ASTM
	Cetanzahl	Cetanzahl	Cetanzahl	Cetanzahl		
1	34.3	35.7	28.1	42		36.8
2	35.4	34.2	31.5	29		25.6
3	36.9	37.7	33.0	31		21.5
4	38.4	38.5	37.0	39		22.6
5	42.8	43.0	33	50		48.5
6	43.1	42.3	40	42		33.2
7	44.1	45.2	29	47.5		40.0
8	48.0	49.7	-	49		68
9	48.3	51.5	45.3	53.5		50.8
10	49.7	54.5	45	53.5		51.4
11	52.2	55.2	51	53.5		55.8
12	55.2	59.7	48.3	60		62.6
13	62.1	72.2	57.6	57		56.4
14	83.3	90.3	96	78		100.3

001116

001117

Abb. 1. Cetanzahl-Bestimmung nach Mardor

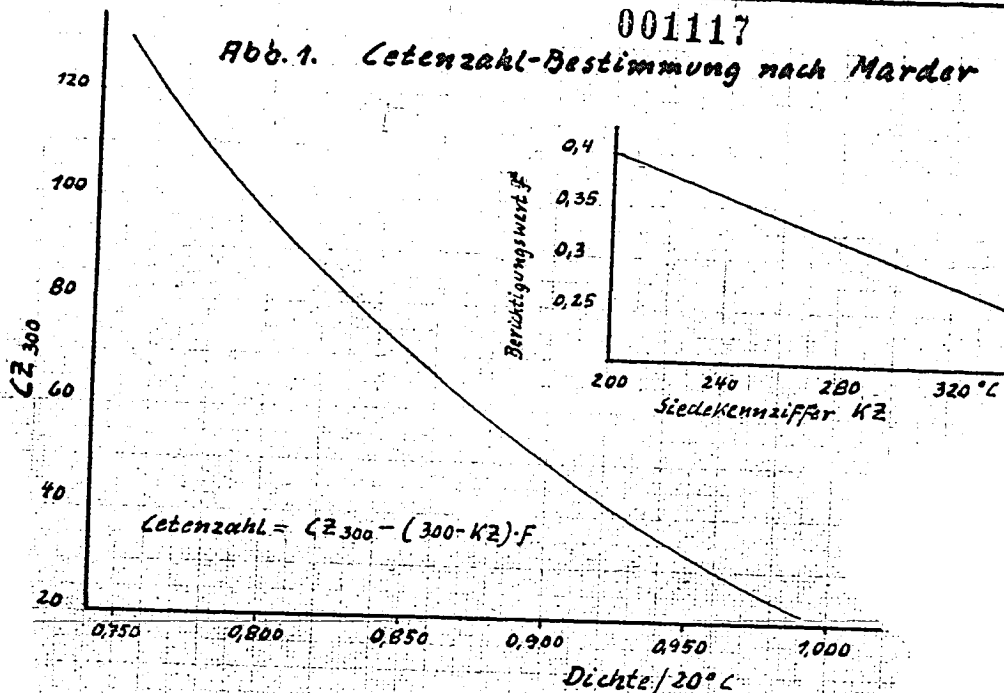
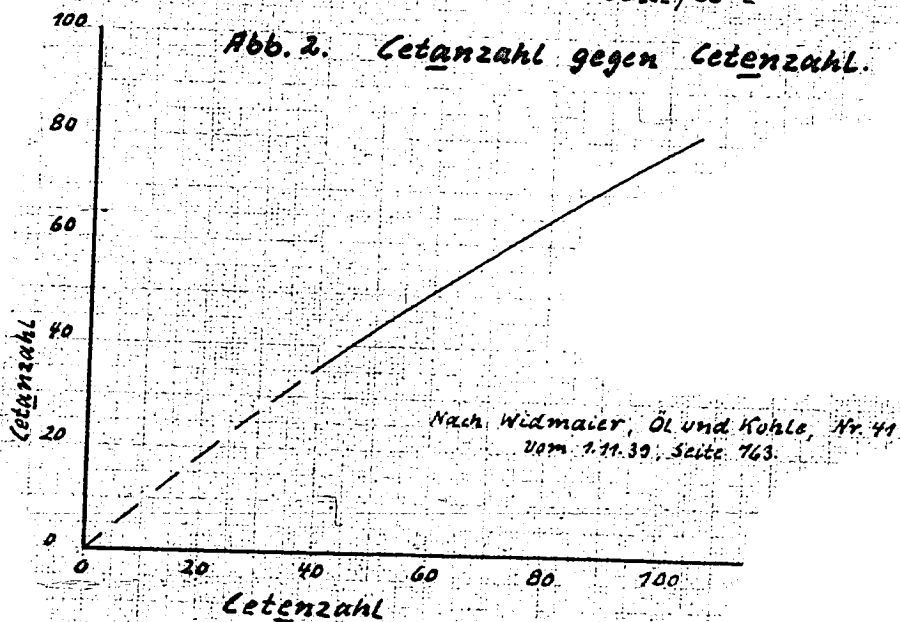


Abb. 2. Cetanzahl gegen Cetanzahl.



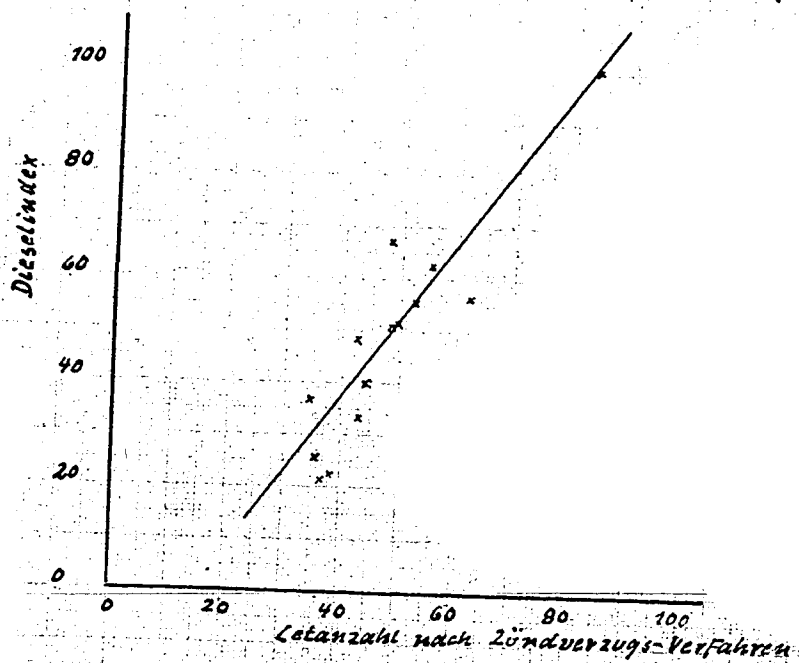
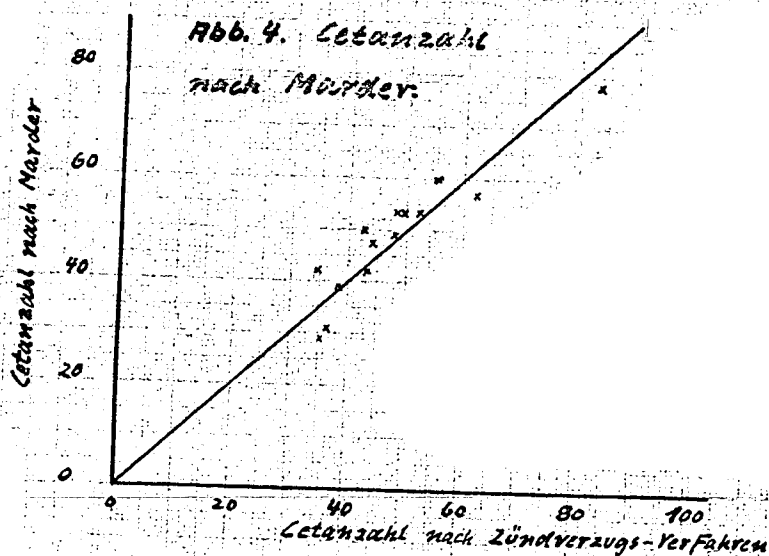
E3C1

Bearbeiter
 Lange

Tag

001118

Abb. 3. Dieselindex nach ASTM.

Abb. 4. Cetanzahl
nach Mardel.

001119

Abb. 5. Verfahren nach Dumanov's.

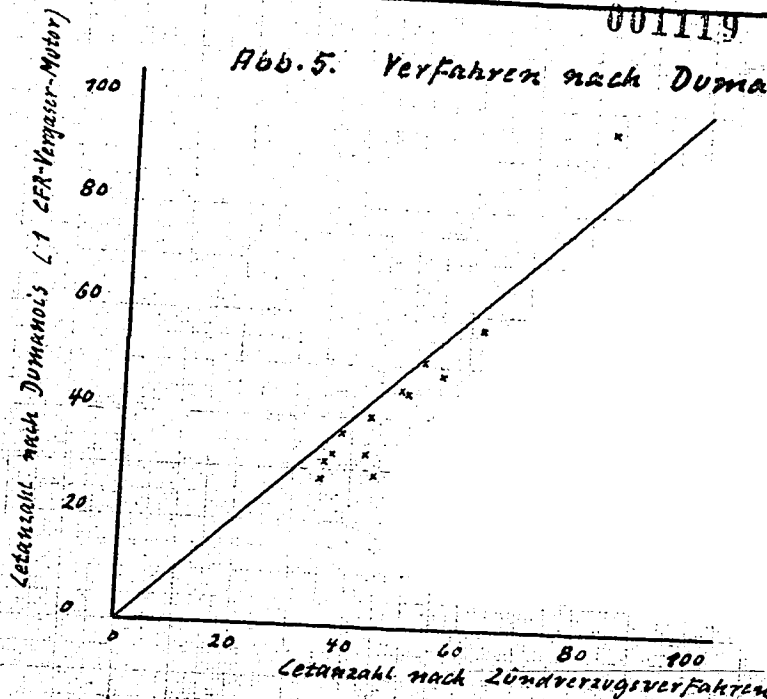


Abb. 6. HWA-Anspringverfahren.

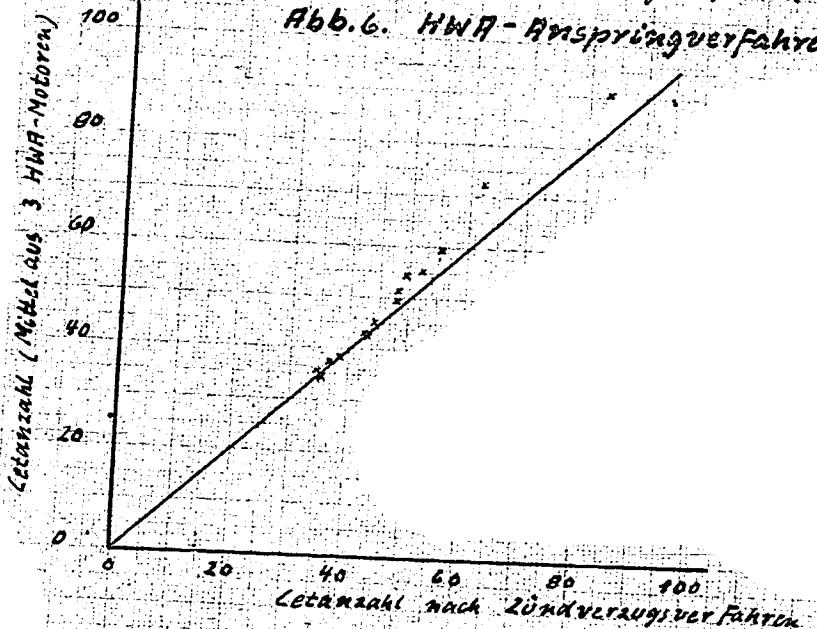


Abb. 7. Zündverzugsverfahren im FKFS-Motor

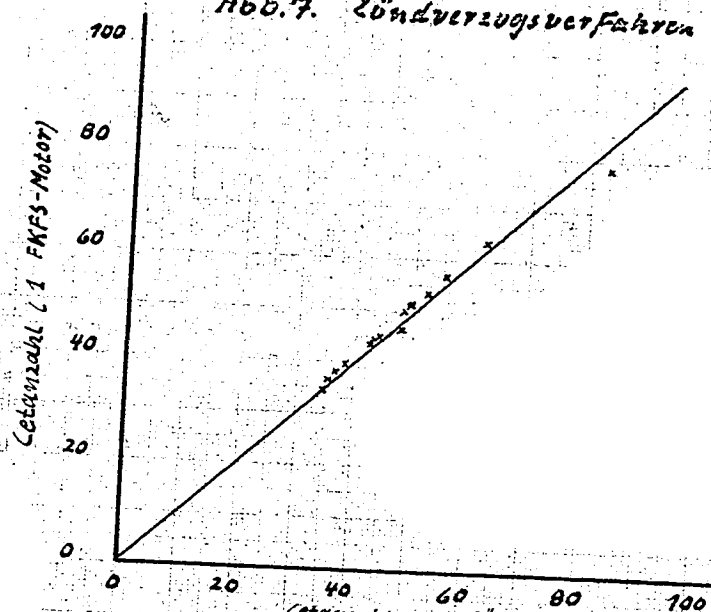


Abb. 8. Zündverzugsverfahren im IG-Prüfdiesel.

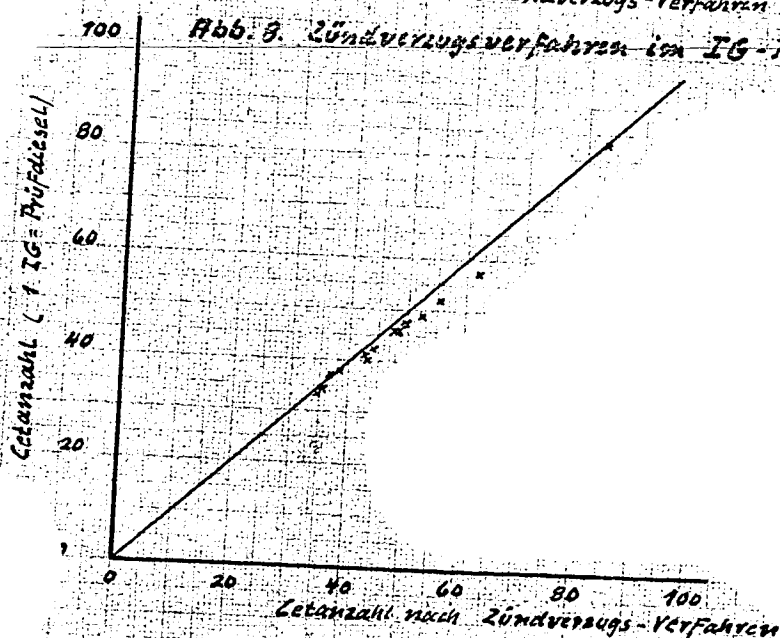


Abb. 9. Zündverzugsverfahren in HWA-Motoren.

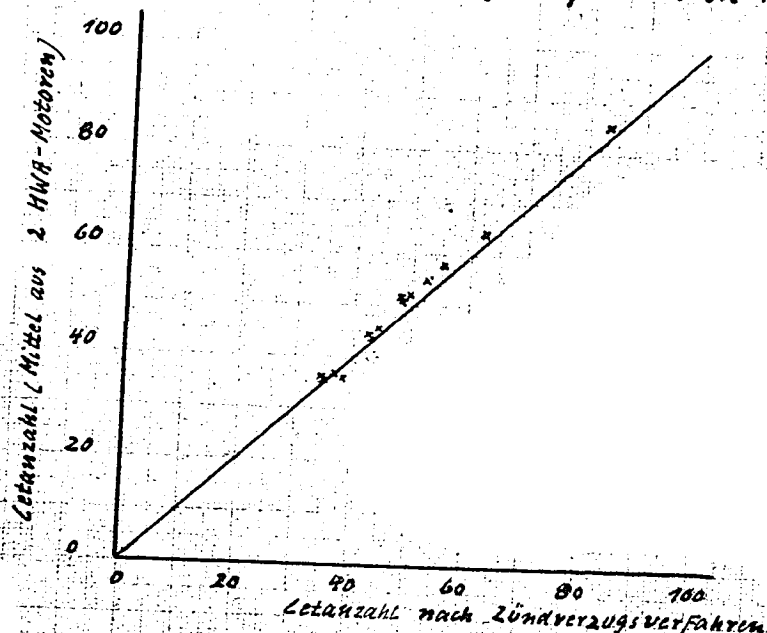


Abb. 10. Zündverzugsverfahren in CFR-Motoren.

