

A 51

Bericht Nr. 513

Das Verhalten von Anlaßkraftstoffen für Dieselmotoren bei Saugrohreinspritzung

8903



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

Vertraulich

Bericht des Technischen Prüfstandes Oppau

Nr. 513

Das Verhalten von Anlaßkraftstoffen für Dieselmotoren bei

Saugrohreinspritzung.

Zusammenfassung: Bei der Untersuchung von Anlaßkraftstoffen in der Kälte wurde festgestellt, daß Dampfdruck und CaZ gleichzeitig auf das Anlaßverhalten einwirken. Vorteilhaft sind hohe CaZ und hoher Dampfdruck (entspr. niedrigem Siedepunkt). Für die Verwendung in der Praxis sind bei Saugrohreinspritzung in der Reihenfolge abnehmender Wirkung Äthyl-iso-Propyläther, Di-Äthyläther, Di-iso-Propyläther und Di-n-Propyläther geeignet. Weniger gut eignen sich Methyl-n-Butyläther, Äthyl-n-Butyläther und Methyl-iso-Butyläther.

Abgeschlossen am: 24. August 1942 L.

Bearbeiter: Dipl. Ing. H. Leib

Die vorliegende Ausfertigung 9 enthält

9 Textblätter

5 Bildblätter

4 Zahlentafeln

Verteiler

Nr.	am	Empfänger	Nr.	am	Empfänger
1	26.9.42	E'stelle Rechlin			
2		Herrn Dr. Giessmann			
3		Junkers Dessau, Otto Maderwerk			
4		Herrn Obering. Gerlach			
5		E'stelle Travemünde			
6		Herrn Kübler			
7		Herrn Dir. Dr. Müller-Cunradi			
8		Herrn Dr. Pieroh			
9-20		Herrn Obering. Pensig			
10	27.9.42	Herrn Dr. Roth			
11	29.9.42	Herrn Dipl. Ing. Leib			
12	2.8.3.43	Techn. Prüfstand			
		Herrn Dr. Finck			
		Oberstabsing. H. H. H. H.			
		Oversheim			

8904

**Das Verhalten von Anlaßkraftstoffen für Dieselmotoren
bei Saugrohreinspritzung.**

Zweck der Versuche.

Die im Kursbericht Nr.321 beschriebenen Versuche über das Startverhalten von Anlaßkraftstoffen bei Normaltemperatur waren auf Temperaturen unter 0°C zu erweitern. Die Verwendungsmöglichkeit der Stoffe für die Praxis war zu untersuchen.

Durchführung der Versuche.

Die Versuche wurden im Kälteraum am I.G.-Prüfdiesel durchgeführt. Der Anlaßkraftstoff wurde, wie bei den Versuchen des Kurzberichtes Nr.321 mit einer vom Motor gesteuerten Einspritzpumpe in den Krümmer des Ansaugstutzens während des Saughubes eingespritzt (30° nach o.T.), wodurch eine gleichmäßige Füllung des Zylinders bei jedem Arbeitshub gewährleistet war (siehe Abb.1).

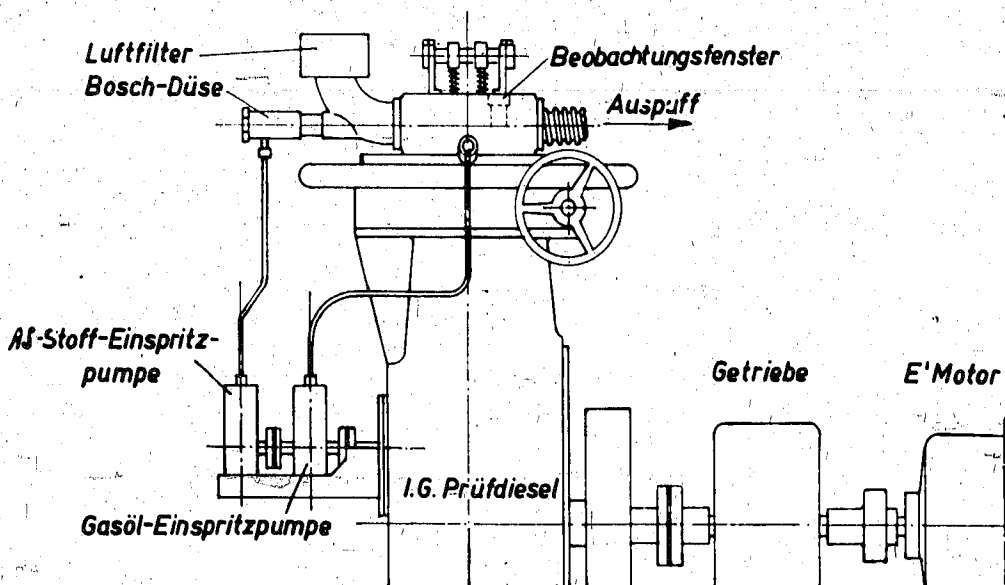


Bild 1 : Versuchsanordnung

Da im Verlauf der Versuche der Anlaßkraftstoff immer in das Saugrohr eingespritzt wurde, seien die untersuchten Stoffe in folgenden mit AS-Stoff (zum Unterschied der in den Zylinder eingespritzten AZ-Stoffe) bezeichnet. Der Motor wurde, um die Anlaßbedingungen zu verschärfen, mit einer Drehzahl von 100/min geschleppt, wobei durch eine selbstausklinkende Kupplung dafür gesorgt wurde, daß das Getriebe den Motor im Augenblick des Anlaufens nicht abbremste. Zur Verstäubung des AS-Stoffes wurde eine Bosch-Düse (DV 2313/2) verwendet, die in einem Strahlwinkel von 20° abspritzt. Der Eintritt der Zündungen während des Anlassens wurde durch ein Fenster im Zylinderkopf beobachtet.

Auf Blatt 1 ist der Dampfdruckverlauf der untersuchten AS-Stoffe dargestellt. Hierbei ordnen sich die einzelnen Dampfdruckkurven nach dem Ansteigen des Siedepunktes. (Vergleichen Sie auch Kursbericht Nr. 326).

Es wurden insgesamt untersucht:

1. Di-Äthyläther
2. Äthyl-iso-Propyläther
3. Methyl-iso-Propyläther
4. Di-iso-Propyläther
5. Di-n-Propyläther
6. Äthyl-n-Butyläther
7. Methyl-n-Butyläther
8. Di-n-Butyläther
9. Methyl-iso-Butyläther
10. Methyl-sec.-Butyläther
11. 2-Methylpentan
12. Tetrahydrofuran
13. Acetal
14. Methyl-Äthyl-Glykoläther
15. Di-Äthyl-Glykoläther
16. Di-Allyläther
17. Di-Allyl-Glykol
18. Di-iso-Amyläther
19. Normalbensin
20. Supralin
21. Petroläther.

Die auf den Blättern 2 bis 5 zusammengestellten Stoffwerte sind für die einzelnen AS-Stoffe nach abnehmendem Dampfdruck bei -20°C geordnet. Die in der drittletzten Spalte mit 152 bezeichneten Werte erklären sich aus folgender Rechnung des Kraftstoff-Luftverhältnisses bei Dämpfen:

Die Anzahl Sauerstoffmoleküle, die zur Verbrennung von 1 Mol der Verbindung $\text{C}_m\text{H}_p\text{O}_q$ notwendig ist, beträgt:

$$Z = m + \frac{p}{4} - \frac{q}{2}.$$

Um 1 Mol O_2 bzw. Luft zu verbrennen, sind also

$$\frac{1}{2} \text{ bzw. } \frac{0,21}{2} \text{ Mol}$$

Kraftstoff notwendig. In einem Kraftstoff-Luftgemisch ist der tatsächliche Gehalt an Kraftstoff entsprechend den Teildrücken

$$\frac{p_t}{760} \text{ Mol} \quad (p_t = \text{Dampfdruck bei } t^{\circ}),$$

wenn im Saugrohr der Druck 760 mm beträgt. Das Kraftstoff-Luftverhältnis λ ergibt sich somit zu

$$\lambda = \frac{0,21}{2 \cdot \frac{p_t}{760}} = \frac{152}{2 \cdot p_t}$$

Um das theoretische Luftverhältnis $\lambda = 1$ zu erreichen, ist somit ein Mindestdampfdruck von

$$p = \frac{152}{2}$$

erforderlich. In der drittletzten Spalte der Blätter 2 bis 5 ist dieser Wert, ebenso für $\lambda = 1,5$ für die einzelnen Stoffe in mm Hg und darunter die Temperatur aus den Dampfdrucktabellen (Blatt 1), bei welcher der errechnete Mindestdampfdruck herrscht, angegeben. Es kann also nach dieser Rechnung beim Di-Äthyläther noch bei -36° ein Luftverhältnis $\lambda = 1$ eintreten, während dies bei dem nächstfolgenden Äthylisopropyläther nur noch bei -27° erreicht werden kann. Die untersuchten Stoffe waren zum größten Teil labormäßig hergestellte Produkte, welche nur in geringen Mengen zur Verfügung standen. Es konnten deshalb bei verschiedenen Stoffen nur wenige Versuchspunkte aufgenommen werden

Ergebnis der Versuche.

Es wurde zunächst bei verschiedenen Temperaturen die Verdichtung bestimmt, bei welcher Zündungen auftraten, wenn $160 \text{ cm}^3/\text{Hub}$ AS-Stoff in das Ansaugrohr eingespritzt wurde. Dies entspricht etwa der Menge AS-Stoff, der zur theoretischen Verbrennung der angesaugten Luft ($\lambda = 1$) notwendig ist. Der Motor wurde dabei ohne Gasöleinspritzung mit $100/\text{min}$ geschleppt. Die aus vielen Einzelversuchen zusammengestellten Werte dieser Versuchsreihe sind in den letzten beiden Spalten der Tafel, Blatt 2 bis 5 aufgetragen, wobei unter ϵ die untere Verdichtungs Grenze angegeben ist, während rechts davon die zugehörige Temperatur steht. Die graphische Auftragung dieser Werte zeigt Blatt 6. Wie aus Bild 1 und 2 ersichtlich, haben die Grenskurven (untere Verdichtungs Grenze über der Temperatur) im wesentlichen den gleichen Verlauf: Mit fallender Temperatur wird, wie zu erwarten, eine höhere Verdichtung zur Zündung notwendig. Mit abnehmendem Dampfdruck liegen die Kurven im allgemeinen höher. Eine Ausnahme hiervon macht besonders der Äthyl-iso-Propyläther, der trotz niedrigeren Dampfdruck eine wesentlich niedrigere Verdichtung benötigt als der gewöhnliche Di-Äthyläther. Trotz guter Dampfdrucklage zeigen Methylpentan und Tetrahydrofuran ein schlechtes Anlaßverhalten und zwar, weil sie, wie weiter unten gezeigt, die Nebenbedingung einer genügend hohen CaZ nicht erfüllen. Andererseits besitzt der Di-iso-Propyläther trotz sehr schlechter CaZ und schlechterer Dampfdrucklage als die beiden letzten Stoffe eine große Anlaßfreudigkeit.

Es wurde noch versucht, festzustellen, ob durch Mischung verschiedener AS-Stoffe eine überraschende Wirkung eintritt. Es wurden deshalb verschiedene Mischungen von Di-Äthyläther^{x)} mit höher siedenden AS-Stoffen nach obiger Versuchsanordnung geprüft. Dabei zeigte sich jedoch, daß durch die Mischungen lediglich je nach dem höhersiedenden Anteil die untere Verdichtungs Grenze heraufgesetzt wird. (Blatt 6, Bild 3)

x) von dem größere Mengen zur Verfügung standen,

Bei dem Di-Äthyläther und dem Äthyl-iso-Propyläther, den beiden untersuchten AS-Stoffen mit dem niedrigsten Siedepunkt erfolgte bei Erhöhung der Verdichtung nach obiger Versuchsanordnung von einer bestimmten Grenze ab eine schlagartige Verbrennung im Zylinder, häufig verbunden mit Zurückschlagen der Flamme in das Ansaugrohr. Die Entzündung erfolgte demnach so früh, daß der Umsatz des Kraftstoffes vor Ende der Verdichtung zu Ende war. Der Motor lief infolgedessen nicht an oder blieb nach einigen Umdrehungen wieder stehen. Der Verlauf dieser „oberen“ Verdichtungsgrenze ist auf Blatt 7 für beide Stoffe mit der unteren Grenze aufgezeichnet. Es entsteht somit ein Gebiet innerhalb zweier Verdichtungseinstellungen, in welchem einwandfreie Zündungen ein sicheres Anspringen ermöglichen. Bei den höher siedenden AS-Stoffen wurde diese Erscheinung nur bei höheren Temperaturen und sehr hoher Verdichtung ($\epsilon = 19-20$) wahrgenommen. Der Möglichkeit, daß die obere Grenze durch Anwendung eines zu hochwertigeren AS-Stoffes überschritten wird, ist durch geeignete Regelung des AS-Stoffes zu begegnen.

In einer zweiten Versuchsreihe wurde bei gleichbleibender Verdichtung ($\epsilon = 16$) und Raumtemperatur (-20°) die notwendige AS-Stoffmenge bestimmt, bei welcher Zündungen eintreten. Schließlich wurde in einer dritten Versuchsreihe Dieselmotorkraftstoff in den Brennraum und zugleich AS-Stoff in das Ansaugrohr eingespritzt und bei gleichbleibenden Mengen und gleicher Raumtemperatur (-20°) die Verdichtung ermittelt, bei welcher sich die ersten Zündungen zeigten.

Auf Blatt 8 sind die Ergebnisse dieser Versuche nach abnehmendem Dampfdruck geordnet aufgezeichnet. Die größtmögliche Einspritzmenge AS-Stoff war bei der zweiten Versuchsreihe $270 \text{ mm}^3/\text{Hub}$. (Die Versuche, bei denen bei dieser Menge noch keine Zündung auftrat, sind durch eine Bruchlinie gekennzeichnet). In der dritten Versuchsreihe sprang der Motor bei einer Verdichtung von $\epsilon = 20$ mit Gasöl allein an, sodaß hier eine Einwirkung des AS-Stoffes nicht mehr festgestellt werden kann. Man sieht, daß auch hier mit Abnahme des Dampfdruckes die Verschlechterung der Startfreudigkeit parallel läuft. Ausnahmen bilden hier wieder Methylpentan und Tetrahydrofuran. Unterhalb eines Dampfdruckes von 6 mm Hg bei -20° waren nur noch bei dem Di-n-Butyläther Zündungen zu verzeichnen. Auf der rechten Seite von Blatt 8 sind die Temperaturen θ (2 - 1) aufgetragen, die sich aus der Rechnung nach 3.2 als die Temperaturen ergeben,

bei denen sich noch ein $\lambda = 1$ einstellen kann. Wie man jedoch wieder aus dem Beispiel von Methylpentan und Tetrahydrofuran sehen kann, stimmen die Ergebnisse der Versuche mit der Rechnung nicht überein, d.h. der Sättigungsgrad des Kraftstoff-Luftgemisches hat auf das Anlaßverhalten keinen allein bestimmenden Einfluß.

Um einen Zusammenhang zwischen Dampfdruck und CaZ beim Anlaßverhalten zu finden, wurden auf Blatt 9 die Werte der zweiten und dritten Versuchsreihe über dem Dampfdruck aufgetragen. Verbindet man jetzt die Versuchspunkte von AS-Stoffen mit ungefähr gleichen CaZ (CaZ neben den Versuchspunkten), so ergibt sich eine Liniensug, der die untere Zündungsgrenze dieses CaZ-Bereiches über dem Dampfdruck angibt. Diejenigen Stoffe, die bei größter Einspritzmenge keine Zündung ergeben, lassen sich so einordnen, daß sie entweder bei ausreichender CaZ zu niedrigen Dampfdruck haben (Di-n-Butyläther und Di-Allyläther) oder bei ausreichendem Dampfdruck eine zu geringe CaZ besitzen (Methylpentan, Tetrahydrofuran und Acetal). Eine Ausnahme hiervon macht der Di-iso-Propyläther, der trotz sehr schlechter CaZ (13) Zündungen zeigt.

Trägt man die Werte der dritten Versuchsreihe (Gasöl + AS-Stoff in gleicher Weise auf (Bild 2), so ist eine derartige Gesetzmäßigkeit nicht eindeutig festzustellen, jedoch werden hier durch die gleichzeitige Einspritzung des Dieselmotortoffes in den Brennraum die Störungen zu groß. Auch hier fällt wieder der Di-iso-Propyläther mit schlechter CaZ und doch niedriger Verdichtungs-grenze auf.

Zum Vergleich wurden noch Normal-Bi (Sp. 65-75), Petroläther und Supralin untersucht. (siehe Blatt 4 u. 5). Die Wirkung dieser in der Praxis häufig als Anlaßmittel verwendeten Stoffe ist jedoch geringer als die hier untersuchten AS-Stoffe. Nur bei Normalbi konnten bei der ersten Versuchsreihe Meßpunkte erhalten werden (s. Blatt 6, Bild 2).

Die folgende Zusammenstellung gibt einen Überblick über die Ergebnisse:

Versuchsreihe I. Ermittelt: ϵ bei verschiedenen Temperaturen
AS-Menge 160 mm³/Hub
Ergebnisse Blatt 6 u. 7.

Reihenfolge:	$\epsilon_{-20^{\circ}}$	Sp. °C.	CaZ	Dampfdr. mm Hg. -20°
Äthylisopropyläther	9	53	92	27
Diäthyläther	13	36	110	36
Diisopropyläther	16	69	13	14,5
Methylisobutyläther	19	59	50	24
Normalbenzin	20	65-75	45	15

Versuchsreihe II. Ermittelt: AS-Menge
 $\epsilon \sim 16$
 $t \sim -20^{\circ}$
Ergebnisse Blatt 8 u. 9.

Reihenfolge:	AS mm ³ /Hub	Sp. °C.	CaZ	Dampfdr. mm Hg. -20°
Diäthyläther	50	36	110	75
Äthylisopropyläther	80	53	92	27
Dinormalpropyläther	150	91	113	7,7
Methylnormalbutyläther	150	70	84	13
Diisopropyläther	200	69	13	14,5
Äthyl-n-Butyläther	240	92	98	6

Versuchsreihe III. Ermittelt ϵ , $t \sim -20^{\circ}$, AS: 160 mm³/Hub,
Gasöl 140 mm³/Hub.
Ergebnisse Blatt 8 u. 9.

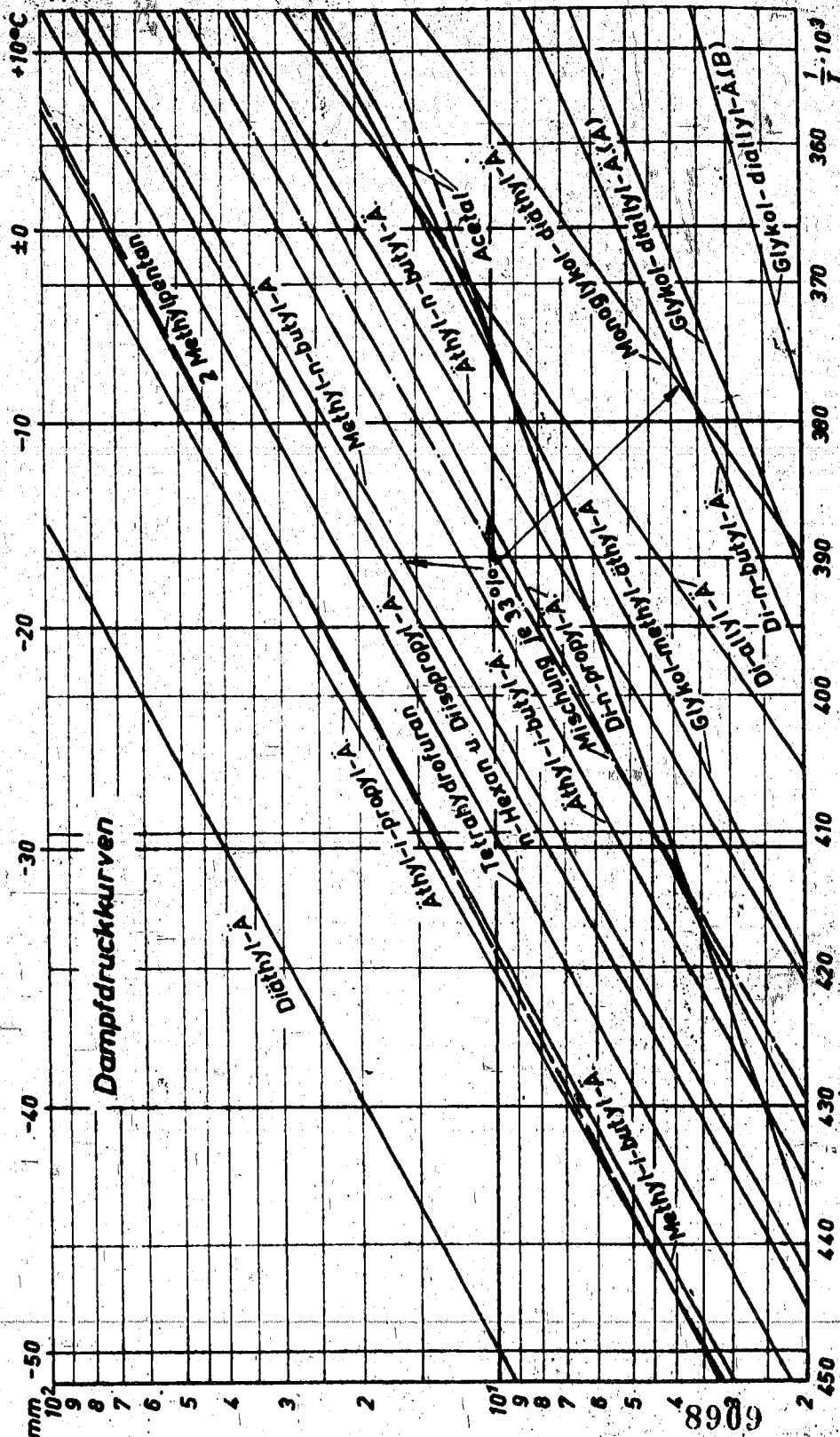
Reihenfolge:	ϵ	Sp. °C.	CaZ	Dampfdr. mm Hg. -20°
Äthyl-Isopropyläther	9,5	53	92	27
Äthylnormalbutyläther	11,0	92	98	6
Diäthyläther	12,5	36	110	75
Dinormalpropyläther	13,0	91	113	7,7
Diisopropyläther	14,0	69	13	14,5
Di-n-Butyläther	16,0	141	125	2,2

8908/

Soweit die bei solchen Versuchen unvermeidbaren Streuungen der Ergebnisse Schlüsse zulassen, sind folgende Stoffe als Anlaß-Kraftstoffe für Saugrohr-Einspritzung geeignet.

	Sp.	CaZ	Dampfdr. mm Hg. -20°
Äthylisopropyläther	53	92	27
Diäthyläther	36	110	75
Diisopropyläther	69	13	14,5
Dinormalpropyläther	91	113	7,7
ferner:			
Methylnormalbutyläther	70	84	13
Äthylnormalbutyläther	92	98	6
Methylisobutyläther	59	50	24

Die Versuche haben gezeigt, daß CaZ und Dampfdruck gleichzeitig auf das Startverhalten von Anlaßkraftstoffen bei Saugrohreinspritzung einen wesentlichen Einfluß haben, daß jedoch auch, wie das Beispiel des Di-iso-Propyläthers zeigt, der innere Aufbau eines Stoffes mitbestimmend ist.



Antizversuche

Antaßversuche										
R-Stoff	Formel	MOZ	CaZ	Dampfdruck -20°C mm	Siedepunkt °C	Luftgewicht ml/kg - g/l	H _u	¹⁾ 152 Z	bei	°
Di-äthyläther	C ₄ H ₁₀ O	0	110	75	36	9,418110 9106 2)	λ = 1 25,3 mm ~-36° λ = 1,5 16,9 mm ~-43°	16 11,5 10 10 10	-25 -16 -12 -10 -9	
Athyl-Isopropyläther	C ₅ H ₁₂ O	45*	92	27	53	9,9 9106	λ = 1 20,3 mm ~-27° λ = 1,5 13,5 mm ~-32°	14 10 9 9 8 8 7,5	-26 -25 -23 -20 -18 -16 -14	
Methyl-Isobutyl-äther	C ₅ H ₁₂ O	45*	60	3) 24	60°	9,9 9106	λ = 1 20,3 mm ~-24° λ = 1,5 13,5 mm ~-28°	16 12	-2 -15	
2 Methylpentan	C ₆ H ₁₄	70,5	33,5	24,5	62		λ = 1 16 mm ~-27° λ = 1,5 10,65 mm ~-33°	- 19 19 17 15	-23 -20 -17 -14 -12 -9	
Methyl-Isobutyläther	C ₅ H ₁₂ O	28,5	50	24	59	9,9 9106	λ = 1 20,3 mm ~-24° λ = 1,5 13,5 mm ~-28°	20 16	-26 -16	
Tetrahydrofuran	C ₄ H ₈ O	25	30	17	67	8,9 9113	λ = 1 27,6 mm ~-14° λ = 1,5 19,6 mm ~-19°	- 18	-18 -16	
Methyl-Isopropyläther	C ₄ H ₁₀ O	42,5	40	15,5	32°	9,41 9106	λ = 1 25,3 mm ~-12° λ = 1,5 16,9 mm ~-19,0°	16 11	-25 -17	

* Misch-Öl mit 75% JBG Öl 44,6 3) wie Methyl-Isobutyläther

1) siehe Text

8910

2) g/l = g Brennstoff, die zur Verbrennung von 1 l Luft notwendig sind

R-Stoff	Formel	NOZ	CaZ	Laufdruck - 30% mm	Siedepunkt °C	100-Grad Luftdruck T ₁₀₀ = 100 mm Luftdruck	H _U	1) $\frac{752}{Z}$	Zündung bei °C
Di-isopropyläther	$C_6H_{14}O$	100	13	14,5	69	1023 0,098		$\lambda = 1$ ~ 18° $\lambda = 1,5$ 11,25 mm ~ 27°	- 25 15 - 18 13,5 - 17 13 - 10
Methyl-n-Butyläther	$C_5H_{12}O$	28,5*	84	13	70	9,9 0,101		$\lambda = 1$ 20,3 mm ~ 24° $\lambda = 1,5$ 13,5 mm ~ 28°	- 20 16 - 18
Di-n-Propyläther	$C_6H_{14}O$	20,5*	113	7,7	91	10,23 0,098	8760	$\lambda = 1$ 16,9 mm ~ 6° $\lambda = 1,5$ 11,25 mm ~ 14°	- 25 20 - 17 12 - 13 9 - 9
Äthyl-n-Butyläther	$C_6H_{14}O$	20,5*	96	6	92	10,23 0,098	8760	$\lambda = 1$ 16,9 mm ~ 14° $\lambda = 1,5$ 11,25 mm ~ 11°	- 25 15 - 15 9 - 10
Acetol	$C_6H_{12}O_2$	40*	45	6	102	8,39 0,103	7190	$\lambda = 1$ 17,9 mm ~ 7° $\lambda = 1,5$ 11,5 mm ~ 2°	- 17
Nethyl-n-Propyläther	$C_5H_{12}O$		125	5	102	9,9 0,101	7035	$\lambda = 1$ 20,3 mm ~ 7° $\lambda = 1,5$ 13,5 mm ~ 10°	15 - 10
Di-n-Propyläther	$C_6H_{14}O$	39,1**	77	3,4	98	9,97 0,105	7860	$\lambda = 1$ 19,9 mm ~ 6,5° $\lambda = 1,5$ 12,65 mm ~ 11°	- 16
Di-n-Butyläther	$C_8H_{18}O$		125	2,2	141	10,7 0,093	9130	$\lambda = 1$ 12,65 mm ~ 23,5° $\lambda = 1,5$ 8,5 mm ~ 120°	- 10
Misch-ÖZ mit 75% J69									8911
Misch-ÖZ mit 75% J67									

1) siehe Text

R-Stoff	Formel	MOZ	CaL	Dampfdruck - 20°C mm	Siedepunkt °C	Luftdampf m/100 g/L	H _u	$\frac{752}{Z}$	1) Zündung °C	2) °C
Di-Äthyl-Glykolläther	$C_6H_{14}O_2$		132	0,8	125	8,32 0,12	7360	$\lambda = 1$ 17,9 mm ~ + 16° $\lambda = 1,5$ 14,5 mm ~ + 50°	-	- 10
Di-Isopropyläther	$C_8H_{18}O$		106		136	11,0 0,008	3640	$\lambda = 1$ 10,5 mm $\lambda = 1,5$ 6,75 mm	-	- 10
Diäthyl-Glykolläther	$C_6H_{14}O_2$	34,8	77	0,16	160		7860	$\lambda = 1$ 14,5 mm ~ + 40° $\lambda = 1,5$ 9,15 mm ~ + 25°	-	- 10
Acetonäther			45	2)	65-75				20 18	- 20 - 13

** Mischung mit 75% JG 7 (2 43,8)

1) Erklärung siehe Text

2) zwischen n-Hexan und Tetrahydrofuran

8912

Anlaßversuche

Mischungen in Vol. %

Zündungen
bei
E °C

Butanperoxyd in D 641

Ca 2
257

- - 10

Supradin

408 2-Methylpentan
408 3- "
208 11-HexanNO 1
81,5
90,1
93,5

- - 15

Petroliether

- - 7

Diäthyläther + Methylpentan
50 + 50

- - 23

12 - 16

11 - 14

Diäthyläther + Aceton
75 + 25

19 - 27

16 - 25

14,5 - 10

50 + 50

15 - 23

10,5 - 16

11 - 10

25 + 75

16 - 22

Diäthyläther + Methylpentan
50 + 50

19 - 23

12,5 - 16

11,5 - 14

10,5 - 12

Diäthyläther + Äthyläther
50 + 50

16 - 22

12 - 18

10,5 - 12

Diäthyläther + Methylpentan
50 + 50

12 - 17

8913

Anlaßversuche bei Saugrohreinspritzung

Notwendige Verdichtung ϵ über Raumtemperatur
bei 160mm³/Hub AS-Stoff, in das Saugrohr eingespritzt.
Ohne Gasöl Anlaßdrehzahl 100/min

Bild 1 Versuchsreihe I.

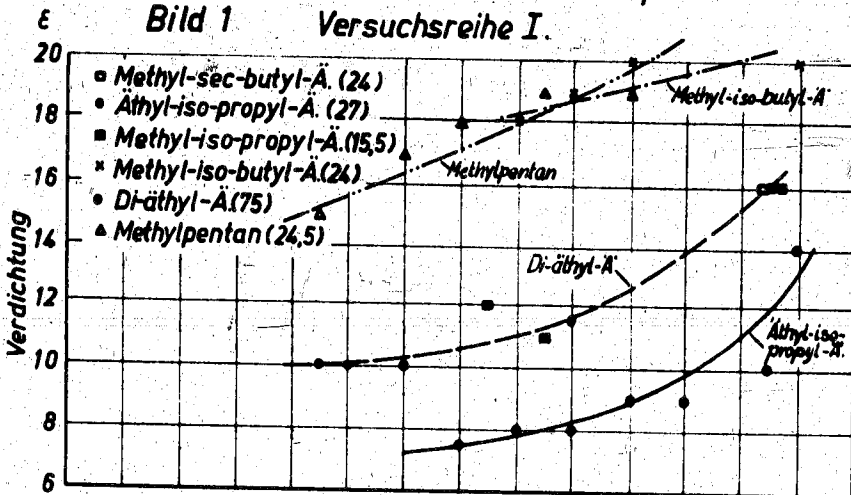


Bild 2

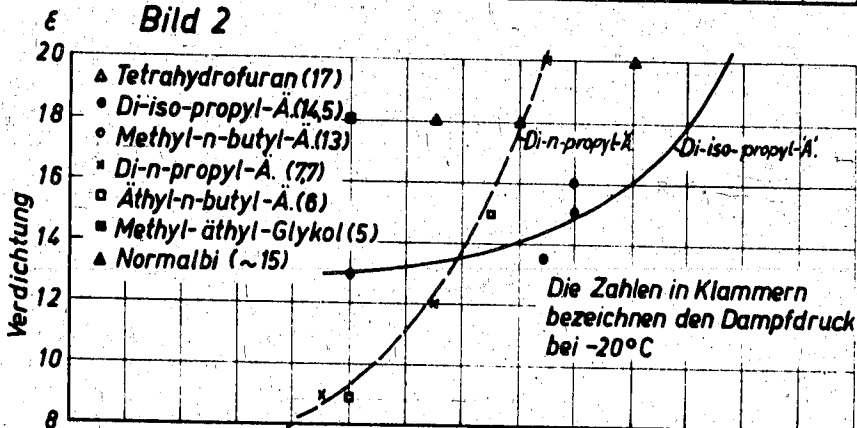
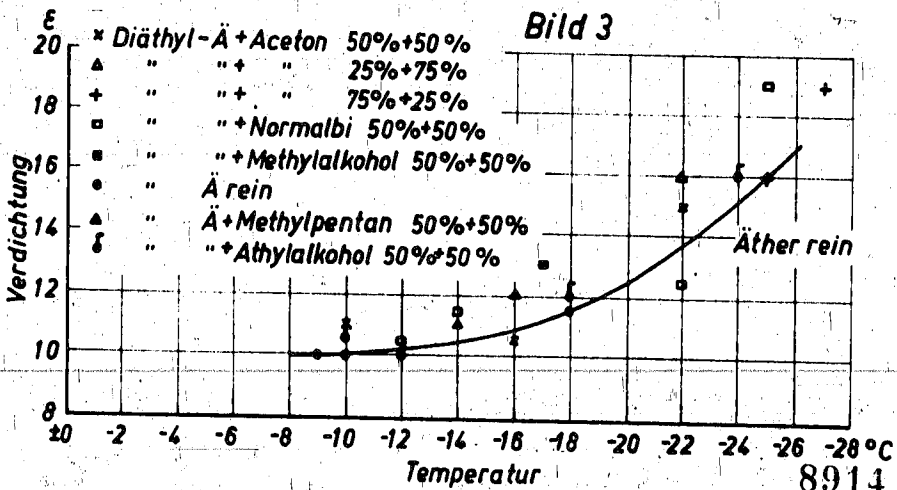


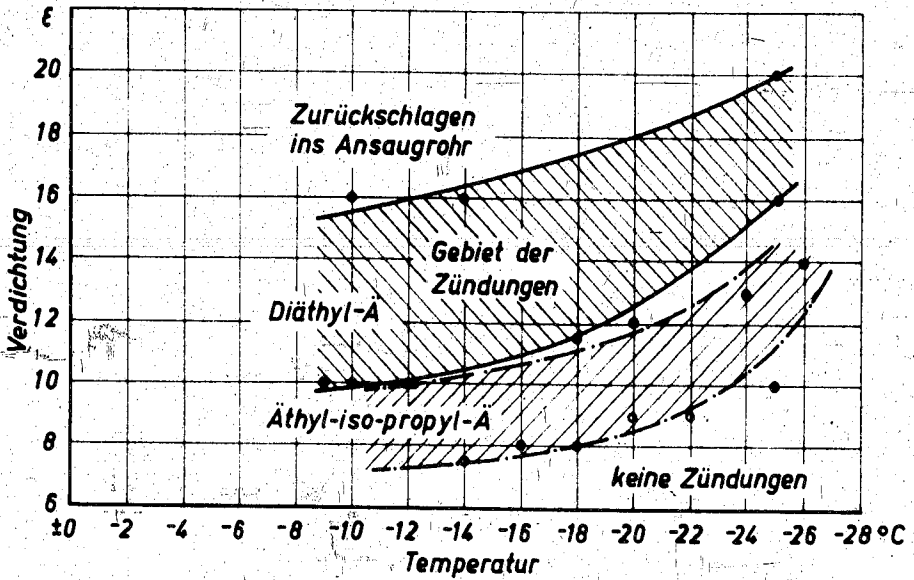
Bild 3



8914

Obere und untere Verdichtungsgrenze

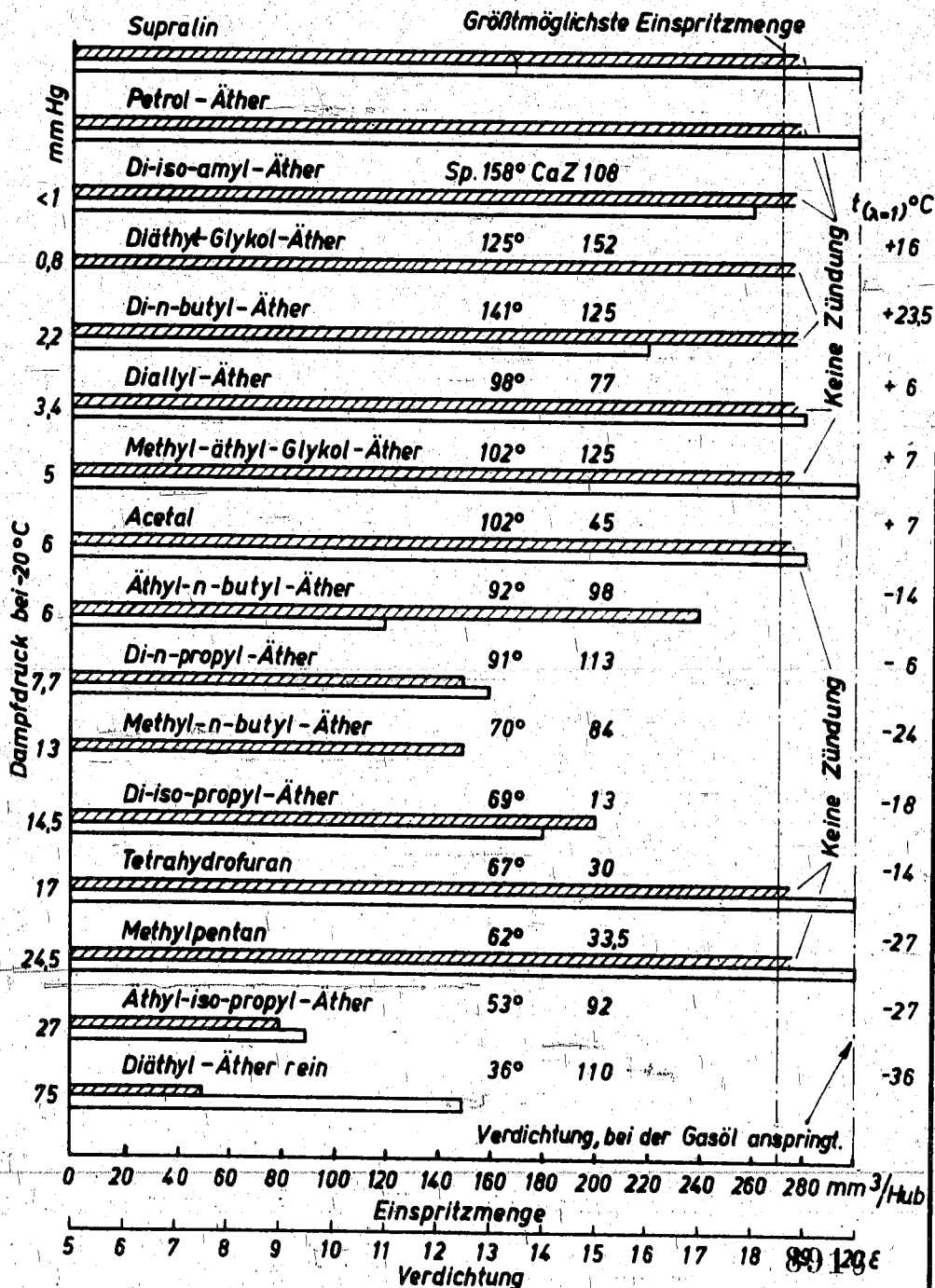
Bild 1



8915

Anlaßversuche bei Saugrohreinspritzung (-20°)

-  AS-Stoff-Einspritzmenge in mm³/Hub bei der die Zündungen beginnen
 Vers. R. II Verdichtung $\epsilon = 16$, ohne Gasöl, AS-Stoff-Einspritzung in das Saugrohr
 Verdichtung ϵ , bei der die Zündungen beginnen
 Vers. R. II AS-Stoff: 160mm³/Hub i.d. Saugrohr eingespritzt, 30° n.o.T. (Saughub)
 Gasöl: 140mm³/Hub i.d. Brennraum eingespritzt, 20° v.o.T. (Verdichtungsraum)



Oppau

- 110
- 113
- 125
- 92
- 84
- 98
- + 33,5
- + 30
- + 45
- ▲ 13
- ▲ 77
- 125
- 152

Dampfdruck u. CaZ bei Anlaßversuchen mit Saugrohrein-spritzung

Bild 2

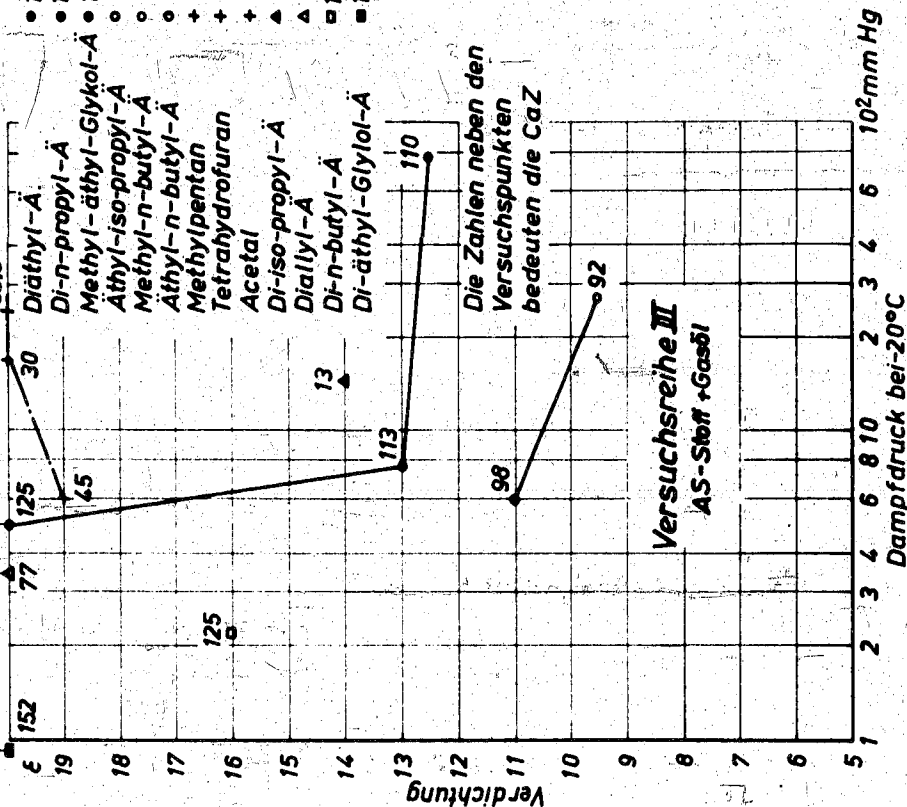


Bild 1

