

A 17

Bericht Nr. 544

Äther hoher Cetanzahl

9520



Geheime Kommandosache

Bericht des Technischen Prüfstandes Oppau

Nr. 544

Über Äther hoher Cetanzahl

Übersicht: Während Äther aus zwei sekundären Alkoholen oder aus einem primären und einem tertiären Alkohol hohe Oktanzahlen haben, zeigen Äther aus zwei primären Alkoholen oder einem primären und einem sekundären hohe Cetanzahlen. Mehrwertige Äther des primär-primären Typs haben ausserordentlich hohe Werte von 150-200. Die Werte der Acetale als Carbonyl-Abkömmlinge sind dagegen niedrig. Die Einflüsse von Doppelbindungen, Ringbildungen und der Einführung anderer Gruppen werden gezeigt. Auch einwertige Thio-Äther, die ebenso hohe Cetanzahlen wie die Sauerstoffäther besitzen, und andere Schwefelverbindungen werden besprochen.

Abgeschlossen am: 15. Juli 1943 Gr.

Bearbeiter:

Dr. R. Roth

Dr. R. Roth

Die vorliegende Ausfertigung

enthält

8 Textblätter
8 Tabellen
1 Bildblatt

Verteiler

Nr.	am	Empfänger	Nr.	am	Empfänger
11.	17	<i>Dr. R. Roth</i>			
9	5.8.43	<i>mit Original nach Oppau</i>			

9521

Über Äther hoher Cetansahl.

Man hat schon lange nach Stoffen hoher Cetansahl gesucht, da man bekanntlich mit K.W. praktisch nicht über den Wert 100 des Cetans herauskommt.

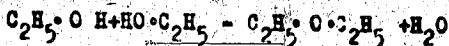
Der Versuch, Stoffe sprengstoffähnlichen Charakters, z.B. Nitrite und Nitrate, zusetzen, scheiterte. Zwar erhöhen diese Stoffe die Cetansahl sehr wirksam, aber sie versetzen sich unter Korrosion in der heißen Düse. Auch in der Kälte ist die Lagerfähigkeit der Mischungen beschränkt. Die beständigeren Nitro-K.W. bewirken auch eine wesentlich geringere Erhöhung der Cetansahl. Die organischen Peroxyde sind zum Teil so reaktionsfähig, daß auch sie sich nicht mit jedem K.W. mischen lassen, da sich durch Reaktion Niederschläge bilden. Wir haben dieses Verhalten auch bei den gut zugänglichen Ketonperoxyden gefunden. Diese sind recht explosive Stoffe, zum Teil sogar reibempfindlich. Man kann sie zwar in Lösung herstellen, muß aber immer befürchten, daß sich namentlich in der Kälte, höchst explosive und schlagempfindliche Kristalle ausscheiden.

Wir fanden nun in den Äthern eine Gruppe reiner Stoffe hoher Cetansahlen, die gut mischbar und chemisch neutral sind. Sie haben allerdings etwas höheres Aufnahme-Vermögen für Wasser. Die einfachen Äther nehmen 0,2 bis 0,8%, die mehrfachen Äther bis 4% auf. Das bedingt für Zink und Magnesium enthaltende Legierungen allerdings eine gewisse Korrosionsgefahr. Man wird die Äther trotz Cetansahlen von 180 und mehr nicht als Detonatoren zu schlechten Stoffen beimischen, sondern rein für besondere Zwecke, etwa als Zündöle, verwenden.

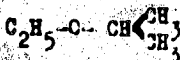
Es ist nun nicht jeder Äther brauchbar. Der Mitteilung unserer Erfahrungen wollen wir jedoch einige Erläuterungen vorausschieken.

Gewöhnlich versteht man unter "Äther" schlechthin den Diäthyläther $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--O--CH}_2\text{--CH}_3$, das man sich aus 2 Molen Alkohol durch Wasserabspaltung

entstanden denken kann:

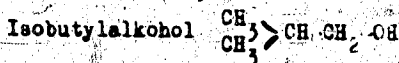


Anstatt des Äthylrestes können nun andere Alkylreste, gleiche oder verschiedene, treten. So z.B. im Äthyl-isopropyl-Äther



Nun ist die Art des Alkohols wesentlich. Nach der Zahl der weiteren C-Atome, die mit der kennzeichnenden Alkohol-Gruppe C-OH verbunden sind, unterscheidet man z.B.

primäre Alkohole: Äthylalkohol CH_3-CH_2-OH und



sekundäre Alkohole: Isopropylalkohol $\begin{matrix} CH \\ CH_3 \end{matrix} > CH-OH$ und

tertiäre Alkohole: tert.-Butylalkohol $\begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix} > C-OH$

Dementsprechend können die Äther primär-primär (diprimär), primär-sekundär usw. sein (Tafel 1).

Wir fanden nun, daß die Äther in zwei Gruppen zerfallen.

I. Äther hoher Cetanzahl.

- die di-primären Äther haben die höchsten Cetanzahlen. Sie erzeugen im Otto-Motor schon bei geringen Zusätzen starkes Klopfen.
- Auch die primär-sekundären Äther haben hohe Cetanzahlen (CaZ) und sollten demnach niedrige Oktanzahlen (O Z) haben. Wir konnten zeigen, daß diese tatsächlich unter 0 liegen und die Angaben höherer O.Z., die auf Messungen von Egloff (Journ. Inst. Petr. Techn. 23 (1937) 645) beruhen, nicht zutreffen. Offenbar hat Egloff diese Oktanzahlen nach der Mischungsregel aus Mischungen berechnet, da die O.Z. der reinen Äther sich nicht messen lassen. Diese Berechnung ist aber stets bedenklich, da diese Mischwerte bekanntlich sowohl von der O.Z. der anderen Komponente, als auch ihrer chemischen Zusammensetzung abhängen und die errechneten Werte stark schwanken. Wie die

Tabelle 2 zeigt, sind die Einflüsse des anderen Mischungsbestandteils und seines Prozentgehalts bei diesen Äthern besonders gross. Die Werte der 60% Äther enthaltenden Mischungen und Versuche, die 82% der reinen Äther zu messen, zeigten aber, dass die OZ. der reinen primär-sekundären Äther einwandfrei unter 0 liegen und den hohen Cetansahlen von 92-95 entsprechen (Schaubild 1).

Auch beim 1:2-Propylenglykol-diäthyl-Äther, dessen einer Äther-Sauerstoff an einem sekundären C-Atom steht, ist die CaZ hoch. Das gleiche sollte beim 2:5-Hexandiol-diäthyl-Äther (vgl. Tafel 5) mit 2 sekundären C-Atomen zutreffen, doch ist die Cetansahl nur 38. (Allerdings konnten wir sie aus Materialmangel nur aus einer 25%igen Mischung nach der Mischungsregel mit einem Dieselöl der CaZ 86 berechnen. Auf jeden Fall ist sie aber niedriger als 86.)

Die primär-sekundären Äther schliessen sich also den diprimären in ihrem Verhalten an und der Schnitt zwischen Äthern hoher Cetansahl und solcher hoher Oktansahl liegt zwischen ihnen und den primär-tertiären Äthern.

II. Äther hoher Oktansahl

- a) Die primär-tertiären Äther zeigen auch nach unseren Messungen hohe Oktansahlen und dementsprechend schlechte Oktansahlen. (Die Phenolalkyläther mit gleichem Verhalten lassen sich als primär-tertiäre auffassen.)
- b) Die di-sekundären und sekundär-tertiären Äther, von denen ja der Diisopropyl-Äther als Kraftstoff hoher Oktansahl verwendet wird, haben hohe OZ-Werte und niedrige CaZ-Werte. Ditertiäre Äther scheinen noch nicht gemessen zu sein, da sie schwer zugänglich sind.

Es ist sehr merkwürdig und nicht leicht zu erklären, warum die primär-sekundären und die primär-tertiären Äther sich so verschieden verhalten.

Mit der Kettenlänge nimmt bei den einwertigen Äthern die Cetansahl zu (Tafel 3). Der Einfluss einer Verzweigung in der Kohlenstoff-Kette bei den primären Äthern, also in einer vom Äther-Sauerstoff entfernteren Stelle macht sich im übrigen in der erwarteten Weise geltend. Die Oktansahl steigt, d.h. die Cetansahl sinkt, wie der Wilke'schen Regel ($CaZ - 60 - 0,5 OZ$) entspricht. Diese Regel trifft mindestens der Richtung nach auch bei den Äthern zu (Tafel 1).

Herabsetzend wirken auf die Cetanzahl auch alle anderen Gruppen, die die Oktanzahl zu erhöhen pflegen, also Doppelbindungen, Alkohol-Gruppen, Carbonyl-Gruppen, Ester Gruppen (vgl. Tabelle 4).

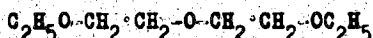
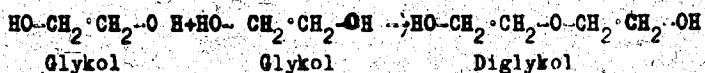
Gehalt an unveräthertem Hydroxyl setzt sehr stark herab, Veresterung des Hydroxyls verringert die Herabsetzung. Die veresterte Carboxyl-Gruppe wirkt ungünstig. Leider wirkt auch die Phenyl-Gruppe so stark herabsetzend, dass es nicht möglich ist, durch Verätherung der Phenole Teeröle zu verbessern. Auch Äther-Sauerstoff in ringförmiger Bindung gibt niedrige Cetanzahlen, obwohl wir hier die charakteristische Gruppe $-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2-$ der Diprimäräther finden. Ebenso haben die Acetale trotz der Gruppierung

$\begin{array}{c} \text{O}-\text{CH}_2 \\ | \\ \text{CH}_2 \\ | \\ \text{O}-\text{CH}_2 \end{array}$ Cetanzahlen, die nur mässig sind. Cyclische Acetale haben sogar ausgesprochen schlechte Cetanzahlen und gute Oktanzahlen (Tafel 4).

Einen entscheidenden Fortschritt machten wir, als wir die Zahl der Ätherfunktionen im Molekül vermehrten. Dies kann auf zweierlei Art geschehen:

- 1.) Man geht zu Äthern mehrwertiger Alkohole über. Tafel 5 zeigt eine Steigerung der Cetanzahl mit der Zahl der Äther-Gruppen beim Glykol, 1.2-Propylenglykol und beim Glycerin tri Äthyl Äther. Dass der sekundäre Charakter des einen C-Atoms beim 1.2-Propylenglykol die Cetanzahl nicht herabsetzt, war zu erwarten. Auffallend ist aber die schon erwähnte schlechte Cetanzahl des 2.5 Hexandiol Äthers. Die Untersuchung weiterer zweiwertiger Äther von primär sekundärer Art ist geplant, z.B. des Glykol-di-sec-Butyl-äthers.

2.) Man kann aus zweiwertigen Alkoholen Ketten innerer Äther bilden, z.B. aus Glykol das Di-glykol herstellen und die freien Hydroxyle veräthern.



Diglykol-diäthyl-äther

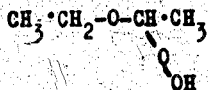
Doch findet praktisch über 3 Äther-Ketten keine weitere Steigerung der Cetanzahl statt. Ebenso kommen wir nicht viel weiter, wenn wir beide Methoden gleichzeitig beim Glycerin-tri-(äthoxy-äthyl)-äther anwenden. (Tafel 6)

Um den Einfluss der Veränderung des zweiwertigen Alkohols zu prüfen, fehlt uns leider ein Äther des 1.3 Propandiols und 1.5 Pentandiols. Den Einfluss der Länge der einwertigen Reste haben wir geprüft und festgestellt, dass die Äthyl-Äther durchweg bessere Cetanzahlen haben als die Methyläther, aber ein weiterer Fortschritt mit der Länge der Kette nicht erfolgt. (Tafel 7a und 7b)

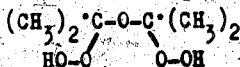
Für die Regeln, die wir aufstellten, konnten wir nur einige Beispiele aus unserem reichen Material bringen. Doch besteht noch manche Lücke und noch mancher Äther wäre interessant zu untersuchen, z.B. Propandiol-1.3-Äther und Propargyl-Äther (mit Acetylenbindung $\text{CH}\equiv\text{C-CH}_2\text{-OCH}_2\text{H}$). Leider dürften letztere, abgesehen von ihrem starken Geruch, auch sonst physiologisch zu aggressiv sein, um sie praktisch verwenden zu können.

Zur Theorie der Wirkung der Äther ist noch folgendes in Betracht zu ziehen. Wahrscheinlich hängt ihre Wirkung mit der Neigung der Äther zur Bildung von Peroxyden zusammen. Jedoch liegt die Sache nicht so einfach, denn der klopffeste Diisopropyläther bildet besonders leicht ein Peroxyd.^{*)}

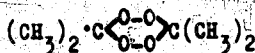
^{*)} vgl. Rieche N 75 (1942), 1017



Diäthyl-äther-peroxyd

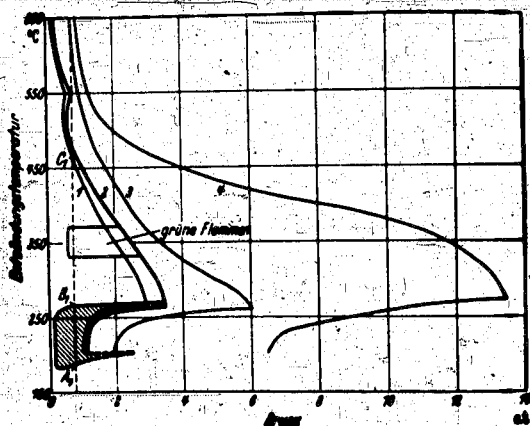


Diisopropyläther-Diperoxyd
(hypothetisches Zwischenprodukt)



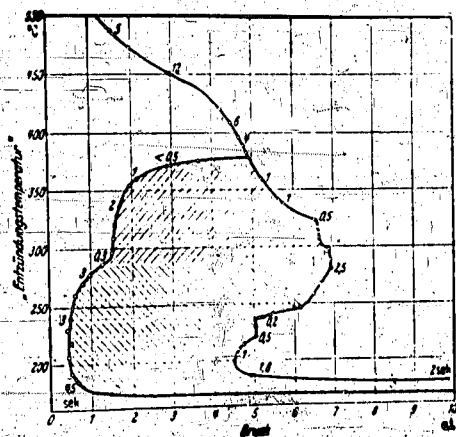
Acetonperoxyd

Tatsächlich fanden wir, dass er auch eine verhältnismässig gute CaZ von +10 hat. Wir können das verstehen, wenn wir den Kompressionsdruck im Diesel beachten und mit der gegenüber Diäthyläther bei erhöhtem Druck liegenden Zündlücke des Di-isopropyläthers in Beziehung setzen.



(1) 10%, (2) 5%,
(3) 2%, (4) 1% Äther
schraffiert Gebiet kalter
Flammen für 5% Äther in Luft
[Nach Townend]

Zündung von Diäthyl-äther-Luftmischungen



Gebiet kalter Flammen
schraffiert. Zündverzögerung
in sec angegeben.
[Nach Townend]

9527

Zündung von Diisopropyläther-Luftmischungen mit 2,5% Gehalt

Auch dass Ersatz des Äthers durch Schwefel in den Thio-Äthern und Disulfiden eine hohe Cetanzahl ergibt, ist zu beachten. Leider haben wir noch keine Di-thio-Äther herstellen können. Disulfide und Polysulfide mit der Gruppierung $-\text{CH}_2-\text{S}-\text{CH}_2-$ oder $-\text{CH}_2-\text{S}_x-\text{CH}_2-$ sind ja schon mehrfach als Verbesserer der Cetanzahl vorgeschlagen und wirksam gefunden. Ich vermute aber, dass die Wirkung der Thio- und der Sauerstoff-Äther auf verschiedene Weise zu erklären ist. Es sei noch bemerkt, dass verschiedene Thion-carbonsäure-Abkömmlinge $\text{X}-\text{C}-\text{S}$, in denen der Thion-Schwefel sich besonders leicht oxydiert, die Cetanzahl nicht verbesserten (Tafel 8).

Es eröffnet sich hier also noch ein grosses Feld für die Theoretiker und Experimentatoren der Ketten-Theorie der Verbrennung.

Tafel 1

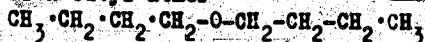
Einteilung der Äther

Sp. CaZ MOZ

I. Äther hoher Cetanzahl, niedriger Oktanzahl

a) Diprimäre Äther

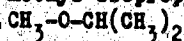
Di-n-butyl-Äther



141 125 0

b) Primär-secundäre Äther

Methyl-isopropyl-Äther



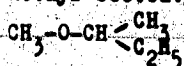
32 92 0^{*)}

Athyl-isopropyl-Äther



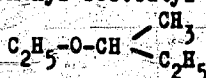
53 92 0^{*)}

Methyl-sec.butyl-Äther



60 60 0^{*)}

Athyl-sec.butyl-Äther

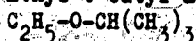


81 93 0^{*)}

II. Äther hoher Oktanzahl, niedriger Cetanzahl

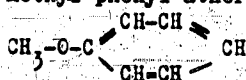
a) Primär-tertiäre Äther

Athyl-t-butyl-Äther



73 6, 101

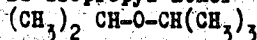
Methyl-phenyl-Äther



15, 5 93,6

b) Di-secundäre Äther

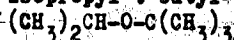
Di-isopropyl-Äther



69 10 18

c) Secundär-tertiäre Äther

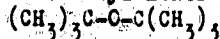
Isopropyl-t-butyl-Äther



112 ⁺⁺⁾

d) Ditertiäre Äther

Di-t-butyl-Äther



106 - ⁺⁺⁺⁾

^{*)} vgl. Text, Tafel 2 und Schaubild 1

⁺⁺⁾ nach Egloff

⁺⁺⁺⁾ noch nicht gemessen

Tafel 2

Mischwerte von primär behandeltem Äther.

% Äther	Grundbenzin Nr.	O.Z.	O.Z. der Mischung (Motor-Methode)	O.Z. des Äthers (berechnet)
I. Methyl-isopropyl-Äther				
33	Heptan	0	0	0
25	I.G.10	44,5	42,5	38,5
25	I.G.101 1)	69,7	68,8	66,0
25	50% Z 2 + 50% I.G.10	71,5	66,0	56,0
25	Z 2	98,0	88,2	58,0
60	Z 2	98,0	25,0	21,0
II. Äthyl-isopropyl-Äther				
25	75 Heptan 25 Octan	25,0	<0	<0
25	I.G.10	44,5	40,0	25,0
25	I.G.101 2)	69,7	70,9	73,0
25	50% Z 2 + 50% I.G.10	71,5	66,5	53,0
25	Z 2	98,0	85,5	44,5
60	Z 2	98,0	8,5	52,0
25	Z 2	98,0	85,5	44,5
10	Z 2	98,0	96,0	74,0
III. Äthyl-sec.-butyl-Äther				
25	I.G.10	44,5	39,3	24,0
25	50% Z 2 + 50% I.G.10	71,5	59,0	23,5
25	Z 2	98,0	85,0	38,0
60	Z 2	98,0	37,3	4,0
IV. Methyl-sec.-butyl-Äther				
25	I.G.9	44,3	43,0	38,0

- 1) Die ganze Mischung, mit 1,2 cm³/Ltr. Blei-tetra-Äthyl versetzt, zeigt O.Z. 90,1.
 2) Analog Anmerkung 1 geblieben: O.Z. 90,6.

Tafel 3

Einfluss der Länge der C-Kette

	Sp	CaZ	MOZ
Di-n-propyl-äther $\text{CH}_3 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{O} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_3$	91	92	
Di-n-butyl-äther $\text{CH}_3 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{O} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_3$	141	125	-1 ^{*)}
Di-iso-butyl-äther $(\text{CH}_3)_2 \cdot \text{CH} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{O} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}(\text{CH}_3)_2$	122	71	0 ^{*)}
Di-iso-amyl-äther $\begin{array}{c} \text{C}_2\text{H}_5 \\ \text{CH}_3 \end{array} \text{CH} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{O} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH} \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \text{C}_2\text{H}_5 \end{array}$	175	114	<0 ^{*)}
Di-n-octyl-äther $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{O} \cdot \text{CH}_2 \cdot (\text{CH}_2)_6 \cdot \text{CH}_3$	286	130	

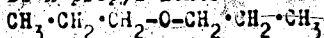
^{*)} Mischwert

Einfluss der Beschaffenheit

einwertige Äther

rein paraffinisch, normale Alkyle

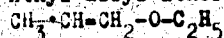
Di-n-propyl-äther



91

olefinisch-paraffinisch

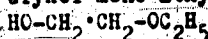
Äthyl-allyl-äther



69

mit freiem Hydroxyl

Glykol-mono-äthyl-äther



159 19

mit verestertem Hydroxyl

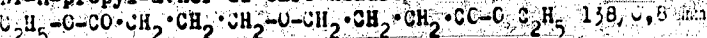
(Glykol-mono-äthyl-äther)-acetat



41

mit Carboxäthyl-Gruppe

Di-n-propyl-äther-di-carbonsäure-di-äthyl-ester

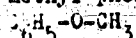


158, 0, 8

mit Phenyl-Gruppe

Anisol

Methyl-phenyl-äther

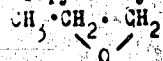


154

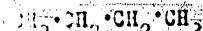
93, 6

ringförmige Äther

Propylenoxyd



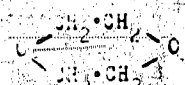
Tetrahydrofuran



67 30

25

oxan



100 30

19

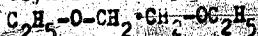
Tafel 4b

Zweiwertige Ather

Sp. C₁₂Z. MOZ

ohne Carbonyl

Glykol-di-äthyl-äther



100 156 0

mit Carbonyl

Di-äthoxy-aceton



195 110^{+))} 30^{+))}

Acetale

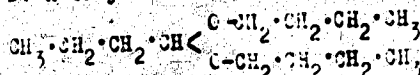
a. Offene

Diäthyl-formal



96 65 0

Di-n-butyl-n-butanal



77 0

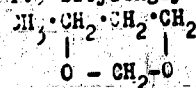
b. cyclische

Äthylenglykol-formal



12 70

1,3-Butylenglykol-formal



115 23 -

^{+) Mischwert 85% Benzin OZ 43,5}

^{++) Mischwert Motormethode mit 80% Dieselöl 31 CaZ 86}

Tafel 5

Äther mehrwertiger Alkohole

	Sp	CaZ
Glykol-diäthyl-Äther $\text{C}_2\text{H}_5\text{-O-CH}_2\text{-CH}_2\text{-O-C}_2\text{H}_5$	120	156
1.2-Propylenglykol-diäthyl-Äther $\text{C}_2\text{H}_5\text{-O-CH}_2\text{-CH(O-CH}_2\text{C}_2\text{H}_5\text{)-CH}_2\text{-O-C}_2\text{H}_5$	128	172
Glycerin-triäthyl-Äther $\text{C}_2\text{H}_5\text{-O-CH}_2\text{-CH(OC}_2\text{H}_5\text{)-CH}_2\text{-OC}_2\text{H}_5$	185	181
2.5-Hexandiol-diäthyl-Äther $\text{CH}_3\text{-CH(OC}_2\text{H}_5\text{)-CH}_2\text{-CH(OC}_2\text{H}_5\text{)-CH}_2\text{-CH}_3$	245	38 ^{*)}
Glykol-di-sec-butyl-Äther $\text{C}_2\text{H}_5\text{-O-CH(CH}_3\text{)-CH}_2\text{-O-CH(CH}_3\text{)-C}_2\text{H}_5$	156	-

^{*)} Mischwert berechnet aus dem Wert 74 einer 25%igen Mischung mit Grundöl CaZ 68.

Ätherketten

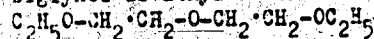
Chlorkal-di-äthyl-äther



Sp CaZ

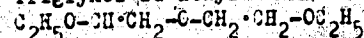
120 156

Dialkyl-di-äthyl-äther



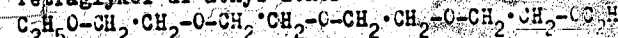
180 186

Triglykol-di-äthyl-äther



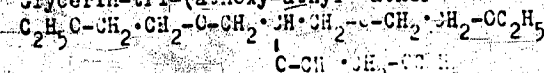
225 200

Tetraglykol-di-äthyl-äther



190

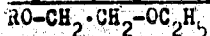
Glycerin-tri-(äthoxy-äthyl)-äther



171

Tafel 7a (vgl. auch 1)

Glykol-alkyl-äthyl-äther

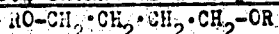


	Sp	CaC
Glykol-methyl-äthyl-äther (R=CH ₃)	102	142
Glykol-di-äthyl-äther (R=C ₂ H ₅)	120	156
Glykol-äthyl-n-propyl-äther (R=CH ₂ ·CH ₂ ·CH ₃)	137	144
Glykol-äthyl-n-butyl-äther (R=CH ₂ ·CH ₂ ·CH ₂ ·CH ₃)	160	152

+) nicht ganz rein, Acetylzahl 1 mg KOH/C

Tafel 7b

1.4-Butandiol-di-alkyl-äther



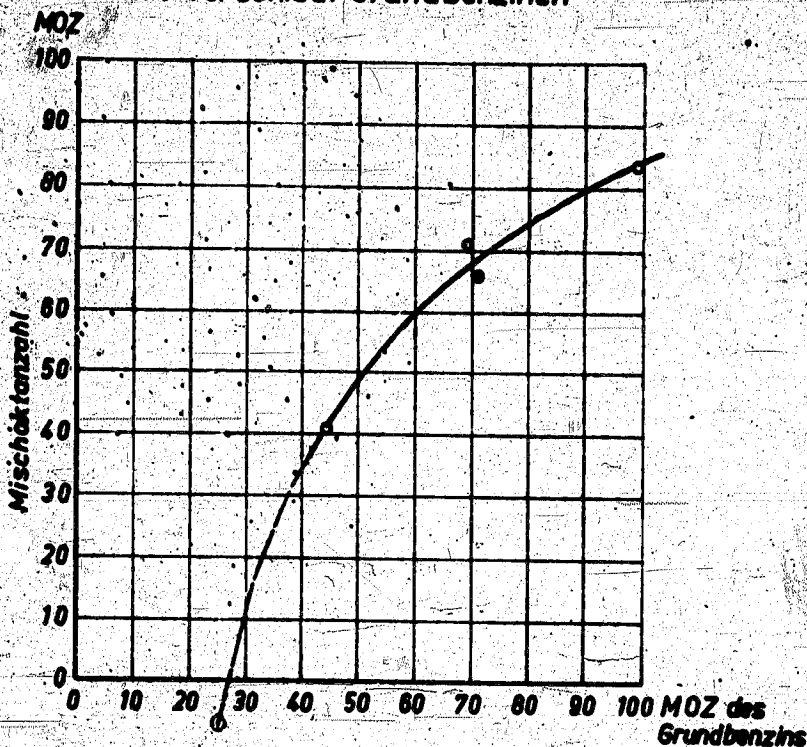
1.4-Butandiol-di-methyl-äther (R=CH ₃)	122	160
1.4-Butandiol-di-äthyl-äther (R=C ₂ H ₅)	167	194
1.4-Butandiol-di-isobutyl-äther (R=CH ₂ ·CH(CH ₃) ₂)	215	110
1.4-Butandiol-di-n-butyl-äther (R=CH ₂ ·CH ₂ ·CH ₂ ·CH ₃)	233	180

Tafel 8

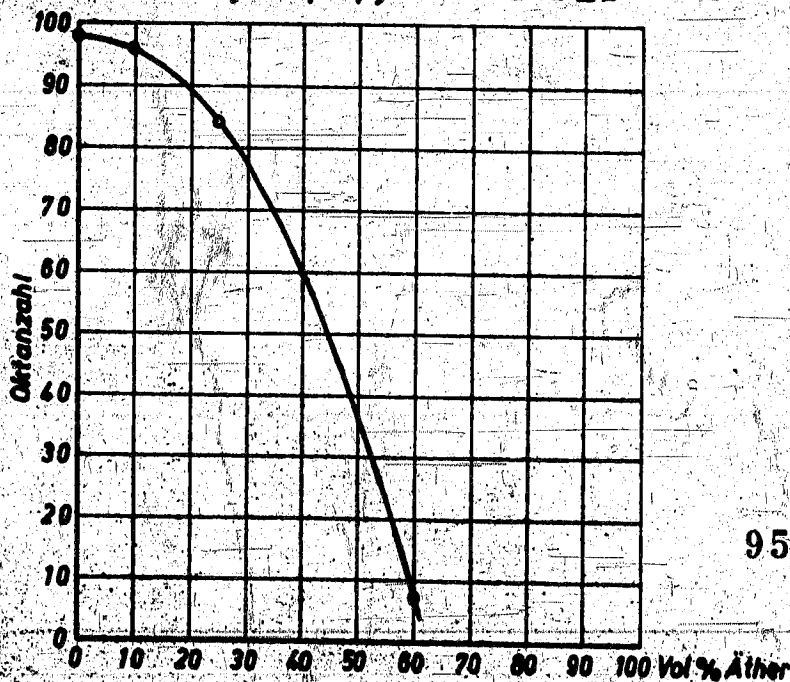
Schwefelverbindungen

	Sp	CaZ
Di-n-butyl-sulfid $\text{CH}_3 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{S} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_3$	182	90
Di-n-butyl-disulfid $\text{CH}_3 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{S} \cdot \text{S} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_3$	215	90
Di-isobutenyl-tetrasulfid $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CH}-\text{S}_4-\text{CH}=\text{C}(\text{CH}_3)_2$	176	94
Ethyl-xanthogensäure-äthyl-ester $\begin{array}{c} \text{C} - \text{C}_2\text{H}_5 \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{C}=\text{S} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{S} - \text{C}_2\text{H}_5 \end{array}$	200	26
Di-äthyl-kohlensäure-äthyl-ester $\begin{array}{c} \text{C} - \text{C}_2\text{H}_5 \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{C}=\text{O} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C} - \text{C}_2\text{H}_5 \end{array}$		

Mischoktanzahlen von Äthylisopropyläther mit verschied. Grundbenzinen



Oktanzahlen von Mischungen MOZ aus Äthylisopropyläther und Z2



9538