

Vornach / Ungheim

I.G. FARBENINDUSTRIE AKTIENGESELLSCHAFT LUDWIGSHAFEN/RHEIN

Technischer Prüfstand Oppau.

B-104

Geheim

geg. M. B.

Kurzbericht Nr. 390

Einige Kraftstoffkomponenten und ihre wichtigsten Kennzahlen.

Abgeschlossen am 22.2.1944.L.

Bearbeiter: Dipl.Chem.Worlicsek.

Die vorliegende Ausfertigung enthält
7 Textblätter und 9 Tabellen.

27911

Einige Kraftstoffkomponenten und ihre wichtigsten Kennzahlen.

Die Zusammenstellung enthält einige wichtige Kraftstoffkomponenten, geordnet nach ihrer Zugehörigkeit zu den verschiedenen Stoffklassen (Aromaten, Paraffine, Ketone usw.) Die einzelnen Daten sind aus Nachschlagewerken und Berichten entnommen, zum Teil aber auch berechnet (Heizwerte, Luftbedarf).

Die Tabelle enthält:

Summenformel
Strukturformel
Siedepunkt $^{\circ}\text{C}$, 760 mm Hg
Dampfdruck nach Reid $37,8^{\circ}\text{C}$, kg/cm^2
Stockpunkt $^{\circ}\text{C}$
Wichte bei 15°C
Unterer Heizwert kcal/kg
Oberer Heizwert kcal/kg
Verdampfungswärme kcal/kg (Siedepunkt)
Motoroktanzahl
Researchoktanzahl
Luftbedarf kg/kg
Literheizwert kcal/l
Cetanzahl
Brechungsindex 20°C
Molgewicht
Wasserlöslichkeit (g Kraftstoff in $100 \text{ g H}_2\text{O}$, 20°C)

Zweck der Zusammenstellung der Kennzahlen.

In den verschiedensten Tabellen wurden Daten über Kohlenwasserstoffe zusammengestellt und nach ihrem chemischen Aufbau, ohne Rücksicht auf praktische Bedeutung, geordnet. Diese Arbeit soll einige gebräuchlichste Kraftstoffe bzw. Kraftstoffkomponenten beschreiben, wohl nach Stoffklassen geordnet, aber unabhängig von ihrem chemischen Aufbau. Es sind lediglich solche Stoffe aufgeführt, die in kraftstofftechnischer Hinsicht Bedeutung erlangt haben oder aus Gründen, die bei den einzelnen Stoffen

besonders aufgeführt wurden, interessant sind. Die einzelnen Kennzahlen wurden so gewählt, daß sie dem Kraftstoff-Fachmann ein Bild über die Verwendungsmöglichkeit des Kraftstoffes auch für besondere Spezialzwecke geben können.

Aromaten.

In Tabelle 1 sind verschiedene Aromaten, die als Kraftstoffe bzw. Komponenten verwendet wurden, angeführt. Viele Flugkraftstoffe bestehen zu einem erheblichen Teil aus Aromaten. Dies ist verständlich, da sie sich durch hohe Klopfestigkeit, und was als Zumischungskomponente von Wichtigkeit sein kann, durch niederen Reid-Dampfdruck auszeichnen^{x)}. Der Kg-Heizwert liegt im Vergleich mit Paraffinen niedriger. Der Literheizwert ist höher als der der Paraffine. Er kann dann von Wichtigkeit sein, wenn nicht das Gewicht des Kraftstoffes, sondern die Behältergröße maßgebend ist. Das Kaltverhalten ist bis auf Benzol gut. Der Kg-Luftbedarf ist geringer als der von Paraffinen. Die Temperatur- und Varnageempfindlichkeit im Bezug auf Überladeprüfung ist größer als jene von Paraffinen und Iso-paraffinen. Für Dieselmotorkraftstoffe finden Aromaten im allgemeinen keine Verwendung, da die Zündwilligkeit zu gering ist (Benzol-Cetanzahl: 2,5, Alpha-methylnaphtalin Grundlage für Cetanzahlskala mit CaZ: 0).

Ketone.

In neuerer Zeit werden Ketone als Zumischungskomponenten für Kraftstoffe benutzt. Wie wir aus Tabelle 2 ersieht, haben sie einen niedrigen Heizwert, sind zum Teil aber äußerst klopfest (Pinakolin MOZ: 112).

x) Allgemein kann gesagt werden, daß die Kenntnis des Reiddampfdruckes für die Dampfblasenbildung in der Kraftstoffzuleitung von Wichtigkeit ist. Man kann die Grenztemperatur der Dampfblasenbildung aus dem Reid-Dampfdruck angenähert nach Bridgman berechnen.

$$t = 259 - 190 \log \frac{p - 19.7}{p} \quad \begin{array}{l} t = \text{Grenztemp. der Dampfblasenbildung } ^\circ\text{F} \\ p = \text{Dampfdruck nach Reid in pounds} \\ p = \text{Außendruck } \left. \begin{array}{l} \text{per square} \\ \text{inch} \end{array} \right\} \end{array}$$

Der Dampfdruck nach Reid liegt in den normalen Grenzen eines Kraftstoffes. Er ist bei höheren Ketonen sogar ziemlich niedrig, sodaß sie auch als Zusatz für Naturgasbenzin in Frage kämen. Die Dampfindlichkeit ist gut (Diisobutyron, Pinakolin). Nachteilig für die Verwendung der Ketone ist ihre Wasserlöslichkeit. Insbesondere die niederen Homologen sind wasserlöslich und nehmen auch in Mischung mit Benzin Wasser in großen Mengen auf, das bei Abkühlung als Wasser oder Eis wieder abgegeben wird.

Äther.

Diisopropyläther wird bereits einige Zeit als Zusatzkomponente zu Kraftstoffen verwendet. Der Heizwert liegt wie bei allen Äthern niedrig. Er wird deshalb trotz hoher Oktanzahl hauptsächlich als Kraftstoffzusatz verwendet. In Analogie zu diesem Äther wurden unsere Äther auf Brauchbarkeit als Kraftstoffkomponente untersucht und sind teilweise in Tabelle 3 enthalten. Gerdickettige Äther (Dimethyläther, Diäthyläther) sind als Kraftstoffzusätze unbrauchbar, da ihre Oktanzahlen sehr niedrig sind. Verzweigte Äther mit Isopropyl-, Isobutyl-, oder Tertierbutyl-Gruppen zeigen dagegen ein ganz anderes Verhalten und weisen eine sehr gute Klopfestigkeit auf. Die Dampfindlichkeit ist bei manchen gering und bei einigen sogar negativ. Die Siedepunkte, das Kaltverhalten und der Dampfdruck liegen ähnlich wie bei einem normalen Flugbenzin. Sie sind teilweise wasserlöslich und nehmen auch in Benzingemisch Wasser auf (siehe Harder „Kraftstoffe“ I).

Alkohole.

Methanol und Äthanol werden ihres guten Klopfverhaltens und der Verdampfungswärme wegen als Renn-Kraftstoffe verwendet. Sie werden aber auch im Flugbetrieb als Zusatzkraftstoffe gebraucht, z.B. zur Leistungssteigerung kurzzeitig in den Lader eingespritzt, womit eine Kühlwirkung und damit eine Steigerung des Ladedruckes erzielt wird. d.h., daß bei Langstreckenflug mit normalem Flugbenzin geflogen wird, bei besonderer Beanspruchung

anspruchung (Start, Luftkampf) aber Methanol oder Äthanol (verbleit oder unverbleit) zugesetzt werden kann. Unter Einwirkung von Wasser können sich bei tiefen Temperaturen alkoholhaltige Kraftstoffe entmischen. Die entstehende Benzinschicht ist dann so beschaffen, daß die Oktanzahl zu niedrig ist. Die wässrige Alkoholschicht ist als Treibstoff unbrauchbar. Andererseits ergibt sich durch dieses Wasseraufnahmevermögen ein anderer Vorteil: Wasser, das sich im Vergaser angesammelt hat und zur Nistbildung Anlaß geben kann, wird durch den Alkohol entfernt. Kleine Mengen von Wasser werden ja ohne Entmischung aufgenommen. Höhere Alkohole, z.B. 1-Butylalkohol, dienen teilweise als Lösungsvermittler, andere sind aber zum Teil auch in Benzin unlöslich.

Nitroverbindungen.

Für Höhenflugkraftstoffe sind Verbindungen, die bereits Sauerstoff in genügender Menge im Molekül enthalten und deren Luftbedarf sehr klein ist, besonders geeignet. Es hat den Anschein, als ob Nitroalkyle die Erwartungen erfüllen würden. Die niederen Homologen (Nitromethan, Nitroäthan) sind nur teilweise benzinlöslich. Nitropropan und die weiteren Homologen sind allerdings ganz mischbar. Die Oktanzahl liegt bei den Nitroparaffinen um 70. Nitroalkohole weisen eine zu schlechte Oktanzahl auf und sind nur des Vergleiches wegen aufgeführt.

Olefine und Diolefine.

Olefine und Diolefine werden als Flugkraftstoffe nicht verwendet und sind hier in dieser Tabelle 6 nur der Vollständigkeit halber aufgeführt. Im allgemeinen eignen sich diese Kraftstoffe auch wenig als Kraftfahrzeugkraftstoffe, weil ihre Verharzungseigenschaft sehr groß ist und der Kupferschalentest meist den Anforderungen nicht entspricht. Die Doppelbindungen bewirken, daß diese Stoffe leicht zur Polymerisation

neigen. Die Oktanzahlen lassen sie noch als Kraftfahrzeugkraftstoffe geeignet erscheinen, aber die Bleiempfindlichkeit ist im Durchschnitt sehr gering. Sie hängt allerdings stark von der Stellung der Doppelbindung im Molekül ab. Ihren Kg-Heizwerte nach liegen sie zwischen Aromaten und Paraffinen. Als allgemeine Regel gilt, daß bei geradkettigen Kohlenwasserstoffen die gesättigte Verbindung weniger klopfest als die ungesättigte ist. Heptene sind also klopfester als Heptan. Bei Verzweigungen in der Kette gilt diese Regel nicht.

Isoparaffine.

Isoparaffine sind als Hochleistungskraftstoffe und Komponenten allgemein in Gebrauch. Isooktan wird im Flugbetrieb als Kraftstoffkomponente im großen Maßstab verbraucht. Bei unvermishtem Isooktan mit Bleizusatz können hohe Überladungen angewandt und damit beträchtliche Leistungssteigerungen erreicht werden. In Tabelle 7 sind nun jene Kraftstoffe aufgezählt, die für verschiedene Spezialkraftstoffe als Komponenten gebraucht werden können. Wir ersuchen dies aus den verschiedenen Reindampfdrücken und Siedepunkten. Der Kg-Heizwert liegt bei den Isoparaffinen sehr gut. Chemische Energie kann also mit verhältnismäßig geringem Gewichtsaufwand mitgeführt werden. Es ist also möglich, größte Leistung bei kleinster Kraftstoffmenge zu erzielen. Die Klopfestigkeit dieser Stoffe ist allgemein sehr gut. 1-Oktan wird als Skala-Grundlage für 0% 100 benutzt. Die Bleiempfindlichkeit ist sehr gut. Tetramethylbutan wurde hier wegen seiner besonderen Eigenart, bei $+103^{\circ}\text{C}$ zu schmelzen und bei 106°C zu verdampfen, aufgeführt. Jedenfalls ist auch sein Mischwert sehr hoch. Es kann als Sicherheitskraftstoff von Bedeutung sein.

Paraffine, Cykloparaffine.

Allgemeine Grundlagen unserer Kraftstoffe sind n-Paraffine und Naphthene. Ihre Oktanzahlen sind meist sehr niedrig, und sie werden daher

mit Oktanzahlverbesserern gemischt. Je länger die Paraffinkette wird, desto niedriger ist die Oktanzahl. Lange Paraffinketten haben ganz niedrige Oktanzahl und daher, weil Oktanzahl und Cetanzahl in einem bestimmten reciproken Verhältnis stehen, eine hohe Cetanzahl. Heptan mit der Oktanzahl = 0 hat bereits eine Cetanzahl von 55. Cetan, der Stoff, der für die Cetanzahlskala als Fixpunkt 100 gilt, hat eine Oktanzahl von ~~un-
genügend~~ <sup>un-
genügend</sup> 10. Cycloparaffine ohne Mischungskomponenten sind für Hochleistungskraftstoffe nicht in Verwendung, da die Oktanzahl nicht ausreichend hoch genug ist.

Tertiäres C-Atom.

Zuletzt sei noch einmal auf die Eigentümlichkeit der Stoffe mit einer tertiären Butylgruppe hingewiesen, die in Tabelle 9 besonders struktur- und oktanzahlmäßig zusammengefasst sind. (siehe auch Kurzbericht Nr. 380). Sie sind durchwegs hochklopfest. Nähere Daten finden sich in den jeweiligen Tabellen.

Fig. 11. 11. 11

Samenformel)	C_6H_6	$C_6H_5CS_3$	C_6H_5O	$C_{10}H_{14}$	C_9H_{12}	C_8H_{12}	Anthytraphthalin
Strukturformel							
Siedepunkt °C 760 mm Hg	80.4	110.3	139.9	181.4	164	157	247
Dampfdruck (Bald) $mm/cm^2, 37.80C$	0.23	0.09	0.04	...	...	...	...
Stockpunkt °C	+6	-95	-53	35	46	71	-22
Dichte 15°C	0.884	0.872	0.864/20°C	0.864/20°C	0.859/20°C	0.862/20°C	1.02
Hu kcal/kg	9630	9750	9740	9858	9940	9940	9100
H ₀ kcal/kg	10040	10225	10300	10425	10450	10450	9780
Verdampfungswärme kcal/kg	95	89	81.3	...	...	...	...
Motoroktanzahl	115	109	Mischwert 104	116	Mischwert 109	über 100	120
Researchoktanzahl	über 100	über 100	Mischwert 144	...	...	...	...
Luftbedarf kg/kg	13.1	13.31	13.65	13.9	13.78	13.78	13.1
Literheizwert Hu/l	8480	8480	8400	8520	8520	8560	9290
Cetanzahl	2.5	...	1.497	...	1.493	...	0
Brechungsindex 20°C	1.501	1.496	1.497	...	...	...	...
Molegewicht	78.05	93	106	134.11	120.10	120.10	142
Andere Bezeichnung	Cyklohexatrien	Methylcyclohexatrien	1,3 Dimethylbenzol	...	1,3,5 Trimethylbenzol	...	...
Wasserlöslichkeit 20°C	0.057	0	0	0	0	0	0
Kraftstoff/100 g H ₂ O	6	...	...	...	...	...	...

27918

Anmerkung 0 - Löslichkeit ist praktisch 0

Tabelle 2.

K o t o n e

Stoff	Aceton	Methyläthyl- keton	Diisobutyron	Methyl isopropyl- keton	Diäthylketon
Summenformel	C_3H_6O	C_4H_8O	$C_7H_{14}O$	$C_5H_{10}O$	$C_4H_{10}O$
Strukturformel	CH_3CO-CH_3	$CH_3CO-C_2H_5$	$CH_3CH(CH_3)CO-CH(CH_3)_2$	$CH_3CO-CH(CH_3)_2$	$CH_3CO-CH_2CH_3$
Siedepunkt °C 760 mm Hg	57	79,6	124	92	106
Dampfdruck (Roid) 37,0°C kg/cm ²	0,53	0,23		0,18	0,16
Stoßpunkt °C	-95	-86,4	11	11	152
Dichte 15°C	0,796	0,808	0,810	0,803	0,815
Ha kcal/kg	6900	7630	8405	7840	8440
H ₀ kcal/kg	7450	8200	9172	8700	9100
Verdampfungswärme kcal/kg	124,9	106,0			
Motoroktanzahl	100	98,5	91, 0,12 Pb 109,7	107	112, 0,12 weit über 115
Researchoktanzahl	-	-	106	-	-
Luftbedarf kg/kg	9,65	10,5	12,05	11,2	11,7
Wärmeleitwert Hv/l	5500	6160	6810	6300	6370
Setenzahl	-	-	25		
Brechungsindex 20°C	1,359				
100 g lht	53	72	114	96	100
Andere Bezeichnung	Dimethyl- keton		Diisopropyl- keton		Methyl- tertiär- butylketon
Zusatzlöslichkeit 20°C g Kraftstoff/100g H ₂ O	00	wahrschein- lich sehr groß	Fast 0		2,0/100 g H ₂ O

Mittel

Literatur

Stoff	Dimethyl-Propyl-Äther	Diisopropyl-Äther	Methyl-tert.-arbutyl-Äther	Äthyl-tert.-arbutyl-Äther	Isopropyl-tert.-arbutyl-Äther	Äthyl-tert.-arbutyl-Äther	Anisol
Summenformel	$C_8H_{18}O$	$C_8H_{18}O$	$C_5H_{12}O$	$C_6H_{14}O$	$C_7H_{16}O$	$C_7H_{16}O$	C_7H_8O
Strukturformel	$CH_3 \cdot O \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot O \cdot CH(CH_3) \cdot CH_2 \cdot CH_3$	$CH_3 \cdot CH_2 \cdot O \cdot CH(CH_3) \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot O \cdot CH(CH_3) \cdot CH_2 \cdot CH_3$	$CH_3 \cdot O \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot O \cdot CH(CH_3) \cdot CH_2 \cdot CH_3$	$CH_3 \cdot O \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot O \cdot CH(CH_3) \cdot CH_2 \cdot CH_3$	$CH_3 \cdot O \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot O \cdot CH(CH_3) \cdot CH_2 \cdot CH_3$	$CH_3 \cdot O \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot O \cdot CH(CH_3) \cdot CH_2 \cdot CH_3$	$CH_3 \cdot O \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot O \cdot CH(CH_3) \cdot CH_2 \cdot CH_3$
Siedepunkt °C	-25°	67	55,2	72,8	87,6	101,5	154
760 mm Hg			trocken	0,36			
Dampfdruck (Reid) 57,8°C		0,37					
Stockpunkt °C	-138	-87	unter -60	unter -60	unter -60		-37
Dichte 15°C	0,729	0,729	0,740/20°C	0,740/20°C	0,736	0,759	0,990/20°C
En kcal/kg	6799	8735	8420	8660	8890	8890	7990
Ho kcal/kg	7290	9400	9130	9460	9590	9590	8390
Verdampfungswärme kcal/kg		69	51	51			
Motorkraftszahl	unter 0	98-99	103	101,5	112,4 Pb Verbesserung gut	112,4 Pb Verbesserung negativ	94, +0,12 Pb
Reibwertszahl		105					
Luftbedarf kg/kg	9,98	12,15	11,75	12,15	12,45	12,45	10,82
Literkaltwert En/l		6350	6240	6420	6550	6650	7960
Cetanzahl		12,0					
Reibungsindex							
Motorgewicht	46	102	88	102	116	116	108
Andere Beschreibung							Phenyl-methyl-Äther
Wasserlöslichkeit: 20°C	7,6 g/100 g	1,46 g/100 g					
5 Kraftstoff/100 g H ₂ O					0,7 g/100 g		

27920

Tabelle 4.

Alkohole.

Stoff	Methanol	Ethanol	Isopropanol	n-Butanol	1-Pentanol
Summenformel	CH_4O	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$	$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$	$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$	$\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$
Strukturformel	CH_3OH	$\text{CH}_3-\text{CH}_2\text{OH}$	$\text{CH}_3-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_3$	$\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$
Siedepunkt °C 760 ex. Hg	65	78	82	117	138
Dampfdruck (Heid) 37,8°C kg/cm ²	0,37	0,20	-	-	-
Stoßpunkt °C	-98	-117	-69	-80	-108
Dichte 15°C	0,797	0,792	0,791	0,804/20°	0,800/20°
Wärme kcal/kg	4500	6390	7182	7460	7460
Wärme kcal/kg	5280	7160	7902	8140	8140
Verdampfungswärme kcal/kg	267	216,4	160	138,0	136,0
Kolonoctanzahl	98	93, 0,22 25 89	100	-	-
Researchoctanzahl	-	-	-	-	-
Ölbedarf kg/kg	6,46	8,97	10,31	11,16	11,16
Wärmeleistung H ₂ /l	3580	5050	5820	6000	5960
Octanzahl	-	-	-	-	-
Erweichungsindex 20°C	1,328	1,362	-	-	-
Holzgewicht	32	46	50,06	74,08	74,08
Isolare Bezeichnung	Methylalko- hol	Ethylalko- hol	Isopropyl- alkohol	n-Butylalko- hol	1-Pentylalko- hol
Wasserlöslichkeit 20°C	∞	∞	∞	7,36 g/100g	9,5 g/100 g
5 Kraftstoff/100 g H ₂ O	-	-	-	-	-

Tabelle 6.

Olefine, Dieterina.

3 - o f f	Diisobutylon techn.	Trimethyl- äthylen	Butadien 1,3	Isopren	2,3 Dimethyl- butadien
Summenformel	C_8H_{16}	C_5H_{10}	C_4H_6	C_5H_8	C_6H_{10}
Strukturformel	$\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ CH_3-C-CH_2-C-CH_3 \\ \quad \\ CH_3 \quad CH_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ CH_3-C-CH-CH_3 \\ \\ CH_3 \end{array}$	$CH_2=CH-CH=CH_2$	$\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ CH_2-C-CH=CH_2 \end{array}$	$\begin{array}{c} CH_3 \quad CH_3 \\ \quad \\ CH_2-C-C-CH_2 \\ \quad \\ CH_3 \quad CH_3 \end{array}$
Siedepunkt °C, 760 mm Hg	108	+37	-5	34	68,5
Dampfdruck (Reid) 37,8°C kg/cm ²	0,11	-	-	-	-
Stoßpunkt °C	-101	-134	-	-11	-11
Dichte 15°C	0,715/20°C	0,668	-	0,682/20	-
Hu kcal/kg	10430	10780	10800	10710	10690
Ho kcal/kg	11530	11530	11920	11330	11300
Verdampfungswärme kcal/kg	78	-	-	-	-
Motoroktanzahl	86,7; 0,12 Pb 90,5	+0,12 Pb 81	-	81, +0,12 Pb 83	81
Researchoktanzahl	110,6	-	-	-	-
Luftbedarf kg/kg	14,72	14,76	-	14,15	14,25
Wärmeheizwert Hu/l	7490	7200	-	7300	-
Cetanzahl	10,5	-	-	-	-
Brechungsindex 20°C	-	-	-	-	-
Molgewicht	112	70,08	54,05	68	82
Andere Bezeichnung	2,2,4 Trimethyl- penten 4	Methylbuten 2	-	2 Methyl- butadien 1,3	-
Wasserlöslichkeit 20°C g/Kraftstoff/100g H ₂ O	0	0	0	0	-

Tabelle 6

Phenylacetat

	n-Heptan	n-Nonan	Cetan	Cyklohexan
	C_7H_{16}	C_9H_{20}	$C_{15}H_{32}$	C_6H_{12}
	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	$CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2$
	98.5	98.5	262	62
			113	10.5
			0.15, 20°	0.181
			0.450	0.609
			0.950	0.900
			53.5	86.6
			80	75.0, 12.10
				86.0
				85.0, 12.10
				86.9
				14.75
				85.10
				19.4
				426
				84
			725	
			Hexadecan	
			0	0

Tabelle 9

Stoff	Strukturformel	MOZ
Isooktan	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	100
Triptan	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	100 x) + 0,26 cm ³ /l
Pinakolin	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CO} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	112
Methyltertiärbutyl- Äther	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{O} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	101
1-Propyltertiärbutyl- Äther	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	112
Äthyltertiärbutyläther	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	101,5
Neopentan	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	94
2,2-Dimethylpropan	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	ROZ 116
Tetraäthylbutan	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{C} - \text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$	M.V. 130

M.V. - Mischwert.

x) entspricht Isooktan + 0,26 cm³/l Mel.