

Attachment VIII

"Die wissenschaftlichen Grundlagen der

Schmierstoffe - Synthesen"

(I. G. Leuna Dr. H. Worn report of 14 May 1943)

Die wissenschaftlichen Grundlagen der

Schmierstoff - Synthesen.

von Dr. Heilmann Z o r n

Die wissenschaftlichen Grundlagen der Schmierstoff-Synthese

"Wehrlich, es gleicht die Chemie dem wandlungsfähigen Proteus, oft erscheint sie als Göttin, oft als launisches Weib. Doch wir haben sie gern, denn hinter den trügerischen Launen birgt sie im neckischen Spiel künft'ges, ewiges Gesetz!"

Diese Worte sprach der große Experimentator Ludwig Gleitsman zum Neujahr 1927 an seinen Freund Anvers. Im gleichen Jahr wurde ich an das Schmierstoffgebiet herangeführt und lernte sehr bald die "trügenden Launen" dieser Stoffe kennen, die wirklich neckische Spiele mit den Chemikern zu jener Zeit ausführten. Ich will Ihnen in den folgenden Tabellen und Kurven Bilder vorführen, welche Gesetze hinter den neckischen Spielen verborgen sind und wie es uns gelungen ist aus dem Spiel ein ernstes Handeln, d.h. eine Synthese zu machen.

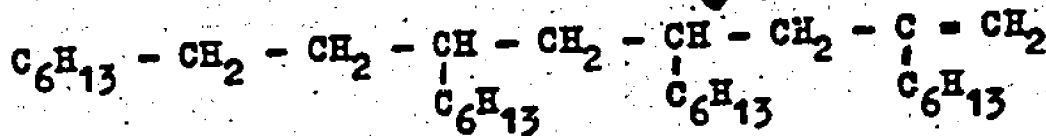
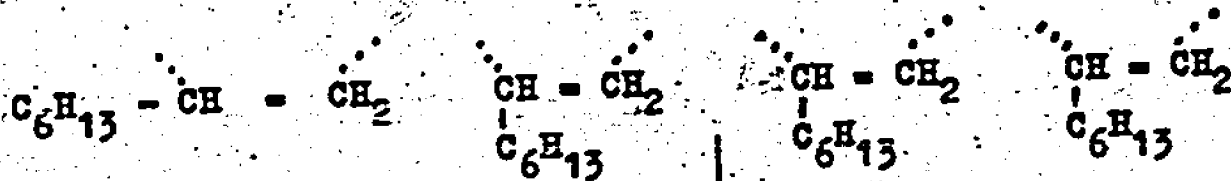
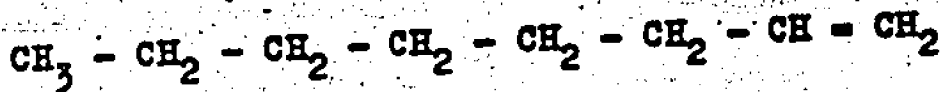
Die ersten Versuche zur Herstellung von Schmierstoffen auf synthetischem Wege reichen zurück bis in die Zeit des vorigen Weltkrieges. Damals hatte Dr. Schneider durch Polymerisation der ungesättigten Bestandteile von Braunkohlen-Generatoren versucht, Schmieröle herzustellen. In diese Art knüpften wir im Jahre 1926 wieder an in der Weise, daß wir gasförmige Olefine in Teerölen und Hydrierölen in Gegenwart von Aluminiumchlorid einleiteten. Diese Arbeitsweise wurde in den Jahren 1930/31 in großtechnischem Versuchsmaßstab hier in Leuna durchgeführt. Erhalten wurden dabei aber keine hochwertigen Motorenöle, sondern nur Maschinenöle. Diese Versuche wurden aber der Anlaß zu einer eingehenden Beschäftigung mit der Frage, wie polymerisierbaren chemisch reinen, in ihrer Konstitution wohlbestimmten Olefine.

OlefinViskosität

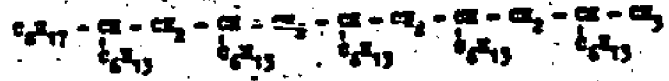
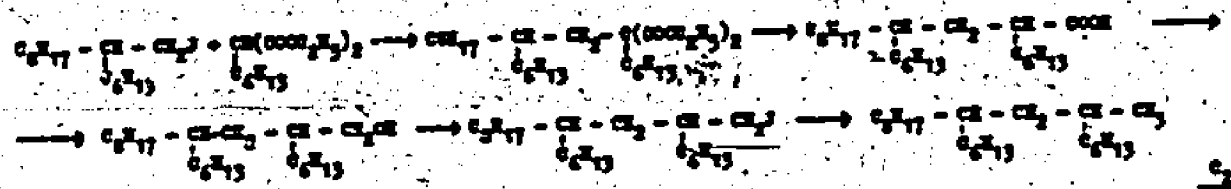
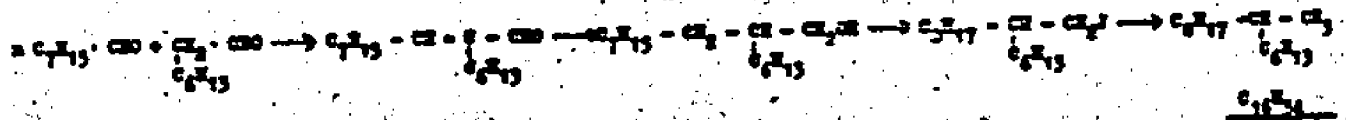
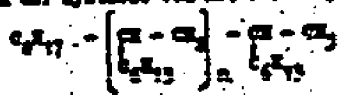
	Ausbeute	38°	99°	V.J.
C ₇ CH ₃ - CH ₂ - CH ₂ - CH ₂ - CH ₂ - CH = CH ₂	85%	34,4	2,91	99
CH ₃ - CH ₂ - CH ₂ - CH = CH - CH ₂ - CH ₃	45%	5,60	1,42	24
CH ₃ - CH ₂ - CH ₂ - CH ₂ - CH ₂ - CH ₂ - CH = CH ₂	70%	38,70	3,56	114
C ₈ $\begin{array}{l} \text{CH}_3 \\ \diagdown \\ \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH}_2 \\ \diagup \\ \text{CH}_3 \end{array}$	35%	387,0	13,20	98
CH ₃ - CH ₂ - CH ₂ - CH ₂ - C = CH ₂ $\begin{array}{l} \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ \end{array}$	38%	6,16	1,42	14

42037
 SM. Nr. 27

Polymerisationsschema von n - Octylen



Reaktionsschema der Synthese von XI, der allgemeinen Formel:



C₂₀^{H₃₀}

45713.

Bild Nr. 1 (Nr. 420 37)

Auf diesem Bilde sieht man ein Teilergebnis dieser Untersuchungen. Man erkennt, daß nur geradkettige Olefine mit einer endständigen Doppelbindung in guter Ausbeute Polymerisate liefern, die sich durch ein gutes Viskositäts-Temperatur-Verhalten auszeichnen. Schlecht ist die Ausbeute und schlecht ist der V.L.-Wert, wenn die Doppelbindung in der Mitte des Moleküls sitzt, oder wenn ein Wasserstoff-Atom der endständigen Doppelbindung substituiert wird durch eine Alkylgruppe. Beachtenswert ist das *n*-Dimethyl-Oktälen, das in guter Ausbeute ein Polymerisat mit sehr hoher Viskosität liefert. Die Resultate dieser wissenschaftlichen Untersuchung fanden ihre technische Auswirkung in dem Paraffin-Crack-Produkt-Polymerisationsverfahren. *B.Z.B. Chem. 1/10*
26. Mär 49 43

Bei der Crackung von Paraffin in der Gasphase entstehen geradkettige Olefine mit einer endständigen Doppelbindung. Die Polymerisation dieser Olefine kann man sich nach dem in folgenden

Bild 2 (Nr. 45 106)

dargestellten Schema vorstellen. Um festzustellen, ob dieses Schema richtig ist, haben wir versucht, derartige Kohlenwasserstoffe wie sie auf dem obigen Bild dargestellt sind, synthetisch herzustellen. Von dem Herren Dr. Metzger und Dr. Hienburg wurde die auf dem

Bild 3 (Nr. 45 115)

wiedergegebenen Synthese entwickelt und durchgeführt. Wir gingen aus von Octyraldehyd das wir durch Aldolkondensation überführten in das *n*-Nonyl-*n*-heptyl-Acrolein. Dieses wurde mit Hilfe eines Nickel-Niesel-ger-Kontaktes zum entsprechenden Alkohol reduziert; dann dieser mit Jod und einem Phosphor in dem entsprechenden 2-Nonyl-1-Jod-Dekan übergeführt, das man mit dem Natriumalkohol

No.	Mol. Gew.	Strukturformel	Fig. No.	Viskosität in cSt					η _{sp} /c	η _{sp} /c ₂	Schmelzpunkt
				20°C	30	40	50	55			
1	C ₁₆ H ₃₄	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{---C---CH}_2 \\ \\ \text{C}_6\text{H}_{13} \end{array}$	0,773	4,30	2,52	2,30	1,28	1,52	0,1		
2	C ₂₄ H ₅₀	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{---C---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH}_3 \\ \\ \text{C}_6\text{H}_{13} \end{array}$	0,800	15,8	8,64	6,14	2,51	3,79	1,14	129	
3	C ₃₂ H ₆₆	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{---C---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH}_3 \\ \\ \text{C}_6\text{H}_{13} \end{array}$	0,813	26,5	14,56	12,1	3,74	5,71	1,42	118	
4	C ₄₀ H ₈₂	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{---C---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH}_3 \\ \\ \text{C}_6\text{H}_{13} \end{array}$	0,819	72,0	31,9	26,8	5,80	8,44	1,40	136	
5	C ₄₈ H ₉₈	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{---C---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH}_3 \\ \\ \text{C}_6\text{H}_{13} \end{array}$	0,822	114,4	49,14	39,3	7,65	10,97	1,48	124	
6	C ₅₆ H ₁₁₀	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{---C---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---C---CH}_3 \\ \quad \quad \quad \\ \text{C}_6\text{H}_{13} \quad \quad \quad \text{C}_6\text{H}_{13} \end{array}$	0,823	96,1	37,44	23,8	3,74	3,64	1,36	134	
7	C ₆₄ H ₁₃₀	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{---C---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH}_3 \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \\ \text{C}_6\text{H}_{13} \quad \text{C}_6\text{H}_{13} \quad \text{C}_6\text{H}_{13} \quad \text{C}_6\text{H}_{13} \end{array}$	0,826	121,2	50,8	32	6,10	3,33	1,44	135	
8	C ₇₂ H ₁₄₂	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{---C---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH}_3 \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \\ \text{C}_6\text{H}_{13} \quad \text{C}_6\text{H}_{13} \quad \text{C}_6\text{H}_{13} \quad \text{C}_6\text{H}_{13} \quad \text{C}_6\text{H}_{13} \quad \text{C}_6\text{H}_{13} \end{array}$	0,829	259,9	103	60	13,14	3,13	1,41	127	

5108

Summ- formel	Mol- Gew.	Chemical Structure	Spec. Gew.	Viskosität in cSt					n _D	T.S.	T.L.	Schmelz- punkt ° C
				20° C	30	50	50	77				
1) C ₃₂ H ₆₆	430	<chem>CCCCCCCCCCCCCCCCCCCC</chem>	0,8115	30,56	18,50	12,1	3,74	3,73	3,42	118	ca -80	
2) C ₃₂ H ₆₆	430	<chem>CCCCCCCCCCCCCCCCCCC(C)CCCC</chem>	0,8115	36,12	17,46	11,8	3,74	3,64	1,36	134	ca -70	
3) C ₃₂ H ₆₆	430	<chem>CCCCCCCCCCCC(C)CCCCCCCC</chem>	0,8140	35,77	17,35	12,3	3,89	3,54	1,25	149	ca -80	
4) C ₄₀ H ₇₈	674	<chem>CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC</chem>	0,8275	114,4	47,14	29,3	7,49	3,99	1,48	124	ca -60	
5) C ₄₂ H ₈₄	674	<chem>CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC</chem>	0,8261	121,2	50,8	32	8,18	3,33	1,44	133	ca -50	
6) C ₄₈ H ₉₈	674	<chem>CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC</chem>	0,8067 50	(94)	(42,3)	27,64	7,68	3,17	1,23	147	fest bei Z.T.	

TABLE VIII. VIBRATIONAL STIFFS OF CRYSTALLINE (Vol. 22, C)
AND REFINED VAN DER WAALS AND POLAR BOND

STOFF	Charakteristische Spannung (dyn/cm)	Gravitations- spannung (dyn/cm)	Harterheit (erg/cm ²)
Kohlenwasserstoffe			
Benzol	19,5	380	120
Cyclohexan	24,7	377	178
Benzol	28,6	366	145
Alkohole			
Methanol	22,5	361	119
Ethanol	27,4	362	120
n-Propanol	25,7	379	175
i-Propanol	25,7	384	127
n-Butanol	24,8	377	120
i-Butanol	20	381	116
n-Pentanol	26,4	372	134
n-Octanol	27	367	140
Ester			
Acetat	27,4	393	124
Prop- yl- acetat	27,4	332	176
Propyl- acetat	26,5	333	174
n-Butyl- acetat	26,6	335	172
n-Valerian- acetat	27,4	335	174
n-Butyl- acetat	28,1	331	174
n-Butyl- acetat	28,2	335	173
n-Butyl- acetat	28,7	334	175
n-Butyl- acetat	29,9	332	178
Ether			
Methylacetat	24,9	388	127
Acetyl- acetat	25,8	382	120
n-Propyl- acetat	24,5	380	124
i-Propyl- acetat	23,2	369	134
n-Butyl- acetat	24,5	374	131
sec-Butyl- acetat	23,5	371	150
i-Butyl- acetat	22,8	355	148
n-Butyl- acetat	23,5	365	141
i-Butyl- acetat	24,8	365	160
n-Butyl- acetat	26,7	369	141
n-Butyl- acetat	27,1	357	150
n-Butyl- acetat	28,7	365	166
n-Butyl- acetat	29,2	365	166

Hexyl-Malonsäure-Äthyl-Esters umgesetzt wurde. Der so erhaltene Ester wurde
verseift, decarboxyliert und die erhaltene Säure wieder zum Alkohol reduziert.
Der erhaltene Alkohol wieder mit Phosphor und Jod in das Jodid über geführt.
Dieses entweder zum Kohlenwasserstoff reduziert oder zuerst mit dem Natrium-
salz des Hexyl-Malonsäure-Äthyl-Esters zum Aufbau des nächsthöheren Homologen
umgesetzt. Auf diesem, zwar etwas mühseligen, aber sehr exakten Wege wurden
die auf der nachfolgenden Tabelle dargestellten Kohlenwasserstoffe erhalten.

Bild 4 (Nr. 57 088)

Man erkennt in der homologen Reihe 1-5, daß mit steigendem Molekulargewicht
die Viskosität steigt, das Viskositäts-Temperatur-Verhalten sich aber stetig
verbessert. Auch bei den Homologen 6, 7 und 8 gilt das Gleiche. Diese Kohlen-
wasserstoffe werden mit Hilfe der Wurtzischen Synthese aus den Jodiden erhalten.
Auf diesem Wege gelang uns die Herstellung eines Kohlenwasserstoffes $C_{64}H_{130}$
mit einem Molekulargewicht von 899. Das ist die Molekulargröße wie sie in Mittel in
Heißdampf-Zylinderölen, also in hochmolekularen mineralischen Ölen gegeben ist.
Damit war erstmalig die exakte Synthese eines hochmolekularen Schmieröl-Kohlen-
wasserstoffes durchgeführt. Bemerkenswert bei all diesen Stoffen ist der tiefe
Schmelzpunkt, besonders der zuletzt genannte Kohlenwasserstoff hat noch einen
Schmelzpunkt von -39 .

Auf den nächsten

Bild 5 (Nr. 57 080)

ist gezeigt, wie sich bei gleichbleibender Molekülgröße durch Variationen in-
tramolekularer C-Atom-Kettenverzweigung das Viskositäts-Temperatur-Verhalten
ändert. Man erkennt, wie mit Verminderung der Anzahl der Seitenketten das Vis-
kositäts-Temperatur-Verhalten verbessert wird.

Das nächste

Bild 6 (Nr. 57 086)

zeigt ebenfalls den Einfluß der Verzweigungsart auf das Viskositäts-Temperatur-

Samml.- formal	Kal- Gew.		Spez. Gew.	Viskosität in cSt bei °C					n	V.Z.	V.L.	Schmelz- punkt
				20° C	30	50	99					
1) C ₁₆ H ₃₄	226	CH ₃ - (CH ₂) ₁₄ - CH ₃	0,7739	4,79	2,34	2,42	1,50	3,34	0,1	-	18	
2) C ₁₆ H ₃₄	226	= C ₈ H ₁₇ - CH - C ₆ H ₁₃ CH ₃	0,7736	4,20	2,32	2,30	1,28	3,32	0,1	-	- 30,0	
3) C ₁₆ H ₃₄	226	= C ₆ H ₁₃ - CH - CH - C ₆ H ₁₃ CH ₃ CH ₃	0,7811	4,22	2,78	2,21	1,23	3,45	0,1	-	- 80	
4) C ₁₆ H ₃₄	226	= C ₄ H ₉ - CH - CH ₂ - CH ₂ - CH - C ₆ H ₁₃ C ₂ H ₅ C ₂ H ₅ C ₂ H ₅	0,7873	3,70	2,55	2,09	1,10	3,58	0,06	-	- 80	
5) C ₁₆ H ₃₄	226	= C ₄ H ₉ - CH - CH ₂ - CH - CH ₂ - CH - CH ₃ C ₂ H ₅ C ₂ H ₅ C ₂ H ₅	0,7791	3,58	2,46	2,02	1,07	3,62	0,44	-	- 80	
6) C ₂₄ H ₅₀	358	CH ₃ - (CH ₂) ₂₂ - CH ₃	0,7748 60	14,9	(8,96)	(6,63)	2,81	(3,2)	(0,7)	(224)	51	
7) C ₂₄ H ₅₀	358	= C ₆ H ₁₃ - CH - CH ₂ - CH ₂ - CH - C ₆ H ₁₃ C ₄ H ₉ C ₄ H ₉	0,9020	16,96	9,05	6,28	2,32	3,89	1,3	117	- 66	
8) C ₂₄ H ₅₀	358	= C ₅ H ₁₁ - CH - CH ₂ - CH ₂ - CH - C ₅ H ₁₁ C ₃ H ₇ C ₃ H ₇ C ₃ H ₇	0,8114	18,09	9,4	6,50	2,34	3,93	1,42	88	-	
9) C ₂₄ H ₅₀	358	= C ₅ H ₁₁ - CH - CH ₂ - CH ₂ - CH - C ₅ H ₁₁ C ₃ H ₇ C ₃ H ₇ C ₃ H ₇	-	23,2	10,85	7,43	2,41	4,20	2,05	26	-	
10) C ₂₄ H ₅₀	358	= C ₄ H ₉ - CH - CH ₂ - CH - CH ₂ - CH - CH ₂ - CH - C ₄ H ₉ C ₂ H ₅ C ₂ H ₅ C ₂ H ₅ C ₂ H ₅ C ₂ H ₅ C ₂ H ₅	0,8119	18,27	9,1	6,28	2,27	4,04	1,58	89	- 66	

9116

Konstitution und Schmelzpunkt.

Benzol	+ 5,5°
Toluol	- 95°
Ethylbenzol	- 94°
m-Xylol	- 54°
o-Xylol	- 29°
p-Xylol	+ 13°

Cetane:

$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{14} - \text{CH}_3$	+ 18°
$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_7 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - (\text{CH}_2)_5 - \text{CH}_3$	- 39°
$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_5 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - (\text{CH}_2)_5 - \text{CH}_3$	- 80°
$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_3 - \underset{\text{C}_2\text{H}_5}{\text{CH}} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \underset{\text{C}_2\text{H}_5}{\text{CH}} - (\text{CH}_2)_5 - \text{CH}_3$	- 80°
$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_3 - \underset{\text{C}_2\text{H}_5}{\text{CH}} - \text{CH}_2 - \underset{\text{C}_2\text{H}_5}{\text{CH}} - \text{CH}_2 - \underset{\text{C}_2\text{H}_5}{\text{CH}} - \text{CH}_3$	- 88°

Nummer	Molekulformel	Molgew.	Spekt. Gew.	Viskosität in cSt bei °C						
				20	30	50	70	80	100	
1	$C_{28}H_{58}$	394	0,9205/ ₂₀	(22,2)	(12,8)	(9,3)	3,63	3,12	0,0	206
1	$C_{28}H_{56}$	392	-	(37,3)	19,8	13,6	4,70	3,28	1,0	174
1	$C_{28}H_{54}$	390	0,8617/ ₄	(97)	(41,4)	26,06	6,65	3,46	1,51	124
	$C_{28}H_{54}$	414	0,9929/ ₂₀	1050	282	140	20,7	3,43	2,01	94
2	$C_{28}H_{52}$	412	-	68	30,2	18,7	5,26	3,62	1,59	116
6	$C_{28}H_{50}$	386	0,9187/ ₂₀	(4700)	(785)	276	21,8	4,28	4,27	16
7	$C_{28}H_{50}$	412	0,9445/ ₂₀	(200000)	(30000)	(7000)	78	5,63	4,0	

5709

Verhalten bei gleichbleibender Molekülgröße. Je stärker die Verzweigung, je schlechter das Viskositäts-Temperatur-Verhalten und je höher die Viskosität. Je mehr sich die Gestalt des Moleküls der Kugel nähert, umso ungünstiger wird die Einwirkung der Temperatur auf die Viskosität.

Das folgende

Bild 7 (Nr. 57 084)

zeigt die gleichen Erscheinungen bei den Kohlenwasserstoffen C_{16} und C_{24} . Sehr ungünstig sind kurze Seitenketten oder verzweigte Seitenketten, wie es die Kohlenwasserstoffe 10 bzw. 9 zeigen. Sehr bemerkenswert ist der Einfluß kurzer Seitenketten auf den Schmelzpunkt. Man vergleiche die Kohlenwasserstoffe 1-5. Hier bringt die Einführung einer Methylgruppe in das Hexadekan eine Senkung des Schmelzpunktes um 57° . Eine zweite Methylgruppe wirkt ihm weiter um 40° . Hierdurch unterscheiden sich aliphatische von aromatischen Kohlenwasserstoffen wie das nächste

Bild 8 (Nr. 51 105)

zeigt. Man vergleiche Benzol, Tolnol und die Xylole. Sehr ungünstig ist das Viskositäts-Temperatur-Verhalten, wenn die gerade C-Atom-Kette ganz oder teilweise zum Ring geschlossen wird, wie die nächste Tabelle lehrt.

Bild 9 (Nr. 57 081)

Hier sehen Sie, wie mit zunehmender Cyclisierung eine starke Erhöhung der Viskosität bei gleichzeitiger starker Verschlechterung des Viskositäts-Temperatur-Verhaltens eintritt. Beachtenswert ist der Kohlenwasserstoff Nr. 7. Eine Folge dieser durch mühselige und langwierige Synthesearbeiten gewonnenen Erkenntnisse veranlaßte uns, darüber nachzudenken, wie sich diese Erkenntnisse technisch realisieren lassen. Das Paraffin-Crack-Produkt-Polymerisationsverfahren liefert uns stets ein Gemisch von Olefinen, dessen Zusammensetzung wir nicht beeinflussen können.

Buter und Glycerin- und Nitroverbindungen
Alkohole

	spez. Gew.	Viskosität in cSt				Schmelzpunkt ° C	
		20° C	30	50	99		
<chem>CC(C)(C)O</chem> n-Butylalkohol	0,811	26,20	17,75	11,96	3,06	3,32	- 8
<chem>CCCCO</chem> n-Pentylalkohol	0,818	37,00	24,00	17,20	3,96	3,57	- 69
<chem>CCCCCO</chem> n-Hexylalkohol	0,820	49,34	32,97	24,98	3,20	3,37	- 24
<chem>CCCCCO</chem> n-Heptylalkohol	0,822	56,79	38,80	29,59	4,73	3,50	- 7
<chem>CCCCCO</chem> n-Octylalkohol	0,824	69,30	46,90	35,3	3,84	3,88	- 63
<chem>CCCC(C)O</chem> 1-Äthyl-3-butylalkohol	0,824	64,82	36,28	26,09	4,37	4,02	- 58
<chem>CCCC(C)O</chem> 2-Äthyl-1-butylalkohol	0,822	40,87	17,39	11,20	3,21	4,21	- 64
<chem>CCCC(C)O</chem> 3-Äthyl-1-butylalkohol	0,824	143,7	52,01	39,94	6,37	3,71	- 13
<chem>CCCC(C)O</chem> 1-Äthyl-2-butylalkohol	0,829	123,0	42,50	24,75	5,57	3,94	- 48
<chem>CCCC(C)O</chem> 2-Äthyl-2-butylalkohol	0,829	144,7	50,20	28,60	6,50	3,77	- 49
<chem>CCCC(C)O</chem> 3-Äthyl-2-butylalkohol	0,824	94,4	34,0	20,7	4,93	3,96	- 60
<chem>CCCC(C)O</chem> 2-Äthyl-3-butylalkohol	0,821	153,0	117,2	63,9	10,46	3,88	- 31
<chem>CC(C)(C)OC(C)C</chem> 1,2-Dimethyl-3-butylglycerin							
<chem>CC(C)(C)OC(C)C</chem> 1,2-Dimethyl-2-butylglycerin							
<chem>CC(C)(C)OC(C)C</chem> 1,2-Dimethyl-1-butylglycerin							
<chem>CC(C)(C)OC(C)C</chem> 1,3-Dimethyl-2-butylglycerin							
<chem>CC(C)(C)OC(C)C</chem> 1,3-Dimethyl-1-butylglycerin							
<chem>CC(C)(C)OC(C)C</chem> 1,3-Dimethyl-3-butylglycerin							
<chem>CC(C)(C)OC(C)C</chem> 1,3-Dimethyl-1,3-butylglycerin							
<chem>CC(C)(C)OC(C)C</chem> 1,3-Dimethyl-2,3-butylglycerin							
<chem>CC(C)(C)OC(C)C</chem> 1,3-Dimethyl-1,2-butylglycerin							
<chem>CC(C)(C)OC(C)C</chem> 1,3-Dimethyl-3,3-butylglycerin							
<chem>CC(C)(C)OC(C)C</chem> 1,3-Dimethyl-2,2-butylglycerin							
<chem>CC(C)(C)OC(C)C</chem> 1,3-Dimethyl-1,1-butylglycerin							
<chem>CC(C)(C)OC(C)C</chem> 1,3-Dimethyl-3,1-butylglycerin							
<chem>CC(C)(C)OC(C)C</chem> 1,3-Dimethyl-2,1-butylglycerin							
<chem>CC(C)(C)OC(C)C</chem> 1,3-Dimethyl-1,1,1-butylglycerin							
<chem>CC(C)(C)OC(C)C</chem> 1,3-Dimethyl-1,1,2-butylglycerin							
<chem>CC(C)(C)OC(C)C</chem> 1,3-Dimethyl-1,1,3-butylglycerin							
<chem>CC(C)(C)OC(C)C</chem> 1,3-Dimethyl-1,2,2-butylglycerin							
<chem>CC(C)(C)OC(C)C</chem> 1,3-Dimethyl-1,2,3-butylglycerin							
<chem>CC(C)(C)OC(C)C</chem> 1,3-Dimethyl-1,3,3-butylglycerin							
<chem>CC(C)(C)OC(C)C</chem> 1,3-Dimethyl-1,3,1-butylglycerin							
<chem>CC(C)(C)OC(C)C</chem> 1,3-Dimethyl-1,3,2-butylglycerin							
<chem>CC(C)(C)OC(C)C</chem> 1,3-Dimethyl-1,3,1,1-butylglycerin							
<chem>CC(C)(C)OC(C)C</chem> 1,3-Dimethyl-1,3,1,2-butylglycerin							
<chem>CC(C)(C)OC(C)C</chem> 1,3-Dimethyl-1,3,1,3-butylglycerin							
<chem>CC(C)(C)OC(C)C</chem> 1,3-Dimethyl-1,3,2,2-butylglycerin							
<chem>CC(C)(C)OC(C)C</chem> 1,3-Dimethyl-1,3,2,3-butylglycerin							
<chem>CC(C)(C)OC(C)C</chem> 1,3-Dimethyl-1,3,3,3-butylglycerin							
<chem>CC(C)(C)OC(C)C</chem> 1,3-Dimethyl-1,3,3,1-butylglycerin							
<chem>CC(C)(C)OC(C)C</chem> 1,3-Dimethyl-1,3,3,2-butylglycerin							
<chem>CC(C)(C)OC(C)C</chem> 1,3-Dimethyl-1,3,3,1,1-butylglycerin							
<chem>CC(C)(C)OC(C)C</chem> 1,3-Dimethyl-1,3,3,1,2-butylglycerin							
<chem>CC(C)(C)OC(C)C</chem> 1,3-Dimethyl-1,3,3,1,3-butylglycerin							
<chem>CC(C)(C)OC(C)C</chem> 1,3-Dimethyl-1,3,3,2,2-butylglycerin							
<chem>CC(C)(C)OC(C)C</chem> 1,3-Dimethyl-1,3,3,2,3-butylglycerin							
<chem>CC(C)(C)OC(C)C</chem> 1,3-Dimethyl-1,3,3,3,3-butylglycerin							
<chem>CC(C)(C)OC(C)C</chem> 1,3-Dimethyl-1,3,3,3,1-butylglycerin							
<chem>CC(C)(C)OC(C)C</chem> 1,3-Dimethyl-1,3,3,3,2-butylglycerin							
<chem>CC(C)(C)OC(C)C</chem> 1,3-Dimethyl-1,3,3,3,1,1-butylglycerin							
<chem>CC(C)(C)OC(C)C</chem> 1,3-Dimethyl-1,3,3,3,1,2-butylglycerin							
<chem>CC(C)(C)OC(C)C</chem> 1,3-Dimethyl-1,3,3,3,1,3-butylglycerin							
<chem>CC(C)(C)OC(C)C</chem> 1,3-Dimethyl-1,3,3,3,2,2-butylglycerin							
<chem>CC(C)(C)OC(C)C</chem> 1,3-Dimethyl-1,3,3,3,2,3-butylglycerin							
<chem>CC(C)(C)OC(C)C</chem> 1,3-Dimethyl-1,3,3,3,3,3-butylglycerin							

Unsere Überlegungen führten uns auf das Äthylen. Von Dr. Oite wurde zu jener Zeit gesagt, daß man Äthylen in Gegenwart von geringen Mengen Borfluorid zu n-Butylen polymerisieren kann. Wir glaubten, daß bei Anwendung eines stärker wirkenden Katalysators es dann auch gelingen müßte, Äthylen höher zu vervielfachen, zu längeren Ketten mit langen Seitenketten. Durch Verwendung eines chemisch reinen Äthylens gelang es, mit Hilfe von Aluminiumchlorid Polymerisate zu erhalten, die ein gutes Viskositäts-Temperatur-Verhalten mit einem guten Kälteverhalten verbanden. So entstand die Äthylen-Schmieröl-Synthese.

Bei der Erprobung der Äthylen-Schmieröle in der Praxis zeigte sich bei extremen Schmierbedingungen, daß die Schmierfähigkeit nicht immer ausreichend zu sein schien. Es ist nun in der Mineralölindustrie bekannt, daß man mineralische Kohlenwasserstoff-Schmieröle durch Zugabe von fetten Ölen in ihrer Schmierfähigkeit verbessern kann. Fette Öle, das sind Ester des Glycerins mit hochmolekularen Fettsäuren, haben aber den Nachteil, daß sie thermisch außerordentlich empfindlich sind. Es wurde vermutet, daß diese thermische Unbeständigkeit ihre Ursache in der Empfindlichkeit der sekundären Hydroxylgruppe des Glycerins hat. Durch Vermittlung von Herrn Dir. Dr. Giesen wurde mir das Trimethyloläthan zur Verfügung gestellt. Die hieraus mit Leuna-Carbonsäure hergestellten Ester zeigten eine sehr gute thermische Beständigkeit. Es ergab sich also die Möglichkeit Ester herzustellen, die den hohen thermischen Anforderungen des Flugmotors entsprachen. Dieser Erfolg wurde mit ein Grund zu meiner Übersiedlung nach Leuna, wo nun auf breiter Basis zusammen mit Herrn Dr. Löwenberg, Herrn Dr. Metzger, Herrn Dr. Gänicke, Herrn Dr. Heidinger und Frä. Dr. Süssig der Zusammenhang zwischen der chemischen Konstitution und den Esterseigenschaften untersucht wurde.

Das nächste

Bild 10 (Er. 57 089)

zeigt Ester aus drei- und vierwertigen Alkoholen, verestert mit verschiedenen

**Reine und drei- und vierwertigen Alkohole mit
Säurealdehyd-Veresterung**

	spez. Gew.	Viskosität in cSt bei °C				20,99	Schmelzpunkt °C
		20	30	50	99		
Trimethyläthan + 3 Mol 1-C ₁₃ -Säure	0,917	97,90	42,13	26,60	7,11	3,34	- 28
Trimethyläthan + 2 Mol " " "	0,925	124,5	49,90	27,87	7,27	3,51	- 27
Trimethyläthan + 3 Mol - Essigsäure	0,949	125	42,50	24,8	5,57	3,76	- 48
" " + 2 " " "	0,962	195	59,50	32,40	6,57	4,01	- 44
" " + 1 " " "	0,982	427	105	51,5	7,80	4,34	- 33
Pentaerythrit + 4 Mol 1-C ₁₃ -Säure	0,929	179,50	71,20	42,80	10,00	3,27	- 28
" " + 3 " " "	0,934	213,2	81,20	48,50	10,40	3,33	- 27
" " + 2 " " "	0,951	339,0	114,0	64,50	11,70	3,50	- 26

57082

Säuren. Vergleichen wir zunächst die Ester mit der normalen Oktylsäure. Es zeigen sich zwischen Trimethyloläthan und Trimethylolpropan in der Viskositätshöhe und im Viskositäts-Temperatur-Verhalten keine Unterschiede, wohl aber im Kälteverhalten. Hier ist der Ester des Trimethylolpropans dem des Trimethyloläthans um 61° überlegen. Das Glycerin ist im Viskositäts-Temperatur-Verhalten den beiden Alkoholen gleichwertig, jedoch ist die Viskositätshöhe geringer und der Stockpunkt wesentlich höher als der des Trimethylolpropans, aber niedriger als der des Trimethyloläthans. Das Pentaerythrit gibt einen Ester mit wesentlich höherer Viskosität, noch höherem Stockpunkt und etwas besserem Viskositäts-Temperatur-Verhalten. Sehr interessant ist nun der Vergleich der Ester der vier Alkohole mit einer verzweigten Säure, der 2-Äthyl-hexylsäure. Hier sind die Stockpunkte dieser vier Ester alle sehr tief. Zwischen Trimethyloläthan und Trimethylolpropan ist hier kein Unterschied. Der Ester des Glycerins hat die niedrigste Viskosität, das Pentaerythrit wiederum die höchste Viskosität und zugleich das beste Viskositäts-Temperatur-Verhalten. Nimmt man statt der 2-Äthyl-hexylsäure das Carbonsäure-Gemisch, welches aus den von $200-250^{\circ}$ siedenden Alkoholen des Isobutylöles erhalten wird, so erhält man Ester, die im Viskositätsverhalten den vorhergenannten gleichwertig sind, jedoch im Stockpunkt nicht ganz so günstig liegen. Bemerkenswert ist hier der Stockpunkt des Glycerinesters. Derartige Ester könnten in der Lackindustrie als Weichmacher und in der Elektroindustrie als Schaltöle zum Einsatz gebracht werden. Sehr interessant ist nun die Auswirkung einer unvollständigen Veresterung dieser Polyalkohole auf das Viskositäts-Temperatur-Verhalten. Diese Zusammenhänge zeigt nach nächste

Bild 11 (Nr. 57 082)

Man erkennt sowohl beim Trimethyloläthan wie auch beim Pentaerythrit, daß die Viskosität umso höher und das Viskositäts-Temperatur-Verhalten umso schlechter wird, je mehr freie Hydroxylgruppen im Ester vorhanden sind. Das ist durchaus verständlich, denn freie Hydroxylgruppen bewirken eine starke

Assoziation der Ester-Moleküle. Alle Alkohole sind ja bekanntlich stark assoziiert. Interessant ist, daß diese Assoziation, wie Versuche die Herr Prof. Dr. Wolff in Halle mit seinen Mitarbeitern auf meine Veranlassung hin durchgeführt hat, zeigten, daß diese Übermolekülbildung vollkommen gleichmäßig erfolgt. Es sind in der ganzen Masse gleich viele einer, zweier, dreier, vierer bis zwölfer Moleküle vorhanden.

Auf dem nächsten

Bild 12 (Nr. 57 083)

wird die Untersuchung von den Estern aus zweiwertigen Glykolen wieder gegeben. Als zweiwertige Glykole wurden Äthylenglykol, 1,4-Butylenglykol, 1,6-Hexylenglykol, 1,6-Methylhexylenglykol und Dimethylolpropan untersucht. Man erkennt bei den Estern der geradkettigen Glykole mit n-Oktsäure ein Ansteigen der Viskosität und eine Abnahme, d.h. Verbesserung des n-Wertes mit steigendem Molekulargewicht. Interessant ist das Absinken des Stockpunktes beim Methylhexylenglykol und beim Dimethylolpropan. Hier macht sich wieder der Einfluß der Methylgruppe bemerkbar, wie wir ihn bereits kennengelernt haben beim Kohlenwasserstoff-Hexadekan. Sehr günstig wird der Stockpunkt, wenn man statt der n-Oktsäure die Iso-Oktsäure oder die Leuca-Carbonsäure nimmt. Jedoch wird bei diesen verzweigten Säuren das Viskositäts-Temperatur-Verhalten etwas ungünstiger.

Auf dem nächsten

Bild 13 (Nr. 57 098)

sind Ester der Adipin- und Methyladipinsäure untersucht. Bemerkenswert ist der Vergleich von n-Oktanol und i-Oktanol-Ester. Der letztere hat ein ausgezeichnetes Kälteverhalten, es ist der Einfluß der Äthyl-Seitenkette. Ganz analog ist die Wirkung der Methylgruppe beim Vergleich von Cyclohexanol und Methyl-Cyclohexanol. Diese beiden Ester zeigen verglichen mit dem Oktanol-Ester

Wasser von Dicarbonsäuren

	Dichte	Viskosität in cent poise ° C					Schmelzpunkt ° C
		20° C	20	30	30	39	
Adipinsäure	0,919	14,2	8,75	6,28	2,85	3,09	+ 10
• n-Octanal	—	—	—	12,40	4,53	(3,05)	+ 36
• n-Dodecanal	0,927	16,80	9,35	6,44	2,66	3,48	- 32
α-Methyladipinsäure	0,915	26,15	17,50	12,10	4,28	3,23	+ 16
• n-Octanal	0,920	16,00	9,72	6,67	2,90	3,16	- 36
• n-Dodecanal	0,928	25,90	18,60	13,20	4,71	2,96	+ 10
β-Methyladipinsäure	0,928	32,75	16,40	10,85	3,65	3,60	- 69
• n-Octanal	0,933	49,20	20,90	13,40	4,07	3,72	- 60
• n-Dodecanal	0,915	49,60	21,20	13,60	4,16	3,67	- 59
γ-Methyladipinsäure	0,932	58,70	24,30	15,50	4,39	3,85	- 57
Dimethyladipinsäure	0,916	44,10	20,70	13,90	4,45	3,48	- 70
Sebacinsäure	0,918	24,00	12,70	8,70	3,21	3,43	- 77
• i C ₁₂ -Oxalaldehyd aus Methylolam	0,916	28,20	14,60	10,00	3,52	3,49	- 70
• n-Octanal	0,916	30,75	15,00	10,41	3,55	3,59	- 68
• n-Dodecanal	0,911	38,35	19,50	13,40	4,71	3,20	- 60

57002

eine höhere Viskosität und ein ungünstigeres Viskositäts-Temperatur-Verhalten. Das steht ganz in Übereinstimmung mit den Untersuchungsergebnissen an Kohlenwasserstoffen. Es sei erinnert an die Tabelle über die Cyclisierung der C-Atom-Kette des Kohlenwasserstoffes C 28 (Bild 9). Die entsprechenden Ester der Methyl-adipin-Säure sind im Viskositäts-Temperatur-Verhalten nur unwesentlich unterschieden von denen der Adipinsäure, jedoch im Kälteverhalten sind sie teilweise wesentlich günstiger. Besonders technisch sehr interessant ist der Cyclo-hexanol-Ester der α -Methyl-adipin-Säure. Er findet Verwendung als Ubronschmieröl, weil er sich dadurch auszeichnet, daß er auf einer Metalloberfläche nicht vorläuft, sondern gut in Tropfen zusammenhält. Ferner findet er Verwendung als Zusatzstoff in unserem Flieger-Drucköl.

In dem folgenden

Bild 14 (Nr. 57 092)

ist der Einfluß der Methylgruppe in der Dicarbonsäure eingehender dargestellt. Man vergleiche *n*-Oktanol und *n*-Dodecanol-Ester der α - und β -Methyl-adipin-säure mit denen der Adipinsäure. Hier ist auffallend, daß die Ester der α -Methyl-adipin-säure im Viskositäts-Temperatur-Verhalten stets etwas ungünstiger liegen als diejenigen der β -Methyl-adipin-säure. Das ist ein schönes Beispiel dafür, wie wichtig die Stellung einer Seitenkette im Molekül ist. Verestert man die Säuren mit verzweigten Alkoholen, wie z.B. unseren Leuna-Alkoholen oder den Cycloalkoholen die man durch Oxidierung von Di-Isobutylbenzol erhält, so erhält man Ester mit einem ganz hervorragenden Kälteverhalten. Besonders bemerkenswert sind hier die Ester der Sebacinsäure, die einen guten Stockpunkt mit einem ausgezeichneten Viskositäts-Temperatur-Verhalten verbinden und damit der Adipinsäure überlegen sind. Der Ester der β -Methyl-adipin-säure mit Leuna-Alkohol findet Verwendung bei der Herstellung von kältebeständigem Motorenöl und Achsenölen, auch sind einige als

Ester aus mehrwertigen Alkoholen und dem Halbester (HX)
der Molekulareinheit $\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_n-\text{COOH}$
 $n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12$

		spez. Gew.	Viskosität in cSt				Schmelzpunkt °C	
			20°C	30	50	99		
Diäthylglykol	+ HX	0,952	49,55	20,10	13,50	4,50	3,00	- 62
	+ $\text{H}-\text{C}_2-\text{Sture}$	0,934	9,00	5,36	4,03	3,76	3,07	+ 19
1,4-Butylglykol	+ HX	0,993	57,70	26,80	17,20	5,90	3,75	- 35
	+ $\text{H}-\text{C}_4-\text{Sture}$	0,919	11,77	6,85	5,17	2,29	3,28	+ 15
1,6-Hexylglykol	+ HX	0,983	64,20	29,55	19,80	6,14	3,16	- 19
	+ $\text{H}-\text{C}_6-\text{Sture}$	0,920	14,40	8,40	6,26	2,62	3,53	+ 8
1,6-Ethyl-hexylglykol	+ HX	0,995	87,50	40,20	25,30	7,25	3,23	- 40
	+ $\text{H}-\text{C}_2-\text{Sture}$	0,916	15,40	8,08	6,55	2,71	3,31	- 29
Dioctylglykol	+ HX	0,992	64,00	27,90	17,80	5,30	3,46	- 50
	+ $\text{H}-\text{C}_8-\text{Sture}$	0,920	14,50	8,15	5,87	2,56	3,62	- 30
Triethylglykol	+ HX	1,011	226	81,25	47,07	10,75	3,30	- 52
	+ $\text{H}-\text{C}_3-\text{Sture}$	0,944	32,20	17,75	11,96	3,00	3,00	- 8
Dodecylglykol	+ HX	1,071	482	177,7	101,1	19,50	3,04	- 45
	+ $\text{H}-\text{C}_{12}-\text{Sture}$	0,959	50,79	23,80	15,69	4,75	3,50	+ 7

57096

Löslichkeitsverhältnisse durch Aufmischen für
 Mischungen aus 1 C₂-Alkohol und
 Mischungen

		spez. Gew.	Flüssigkeit in g/100				Siedepunkt °C	
			20 °C	30	38	50		
1 C ₂ -Alkohol	+ 0 Mol C ₂ H ₄ O	0,918	24,00	12,70	8,70	3,21	3,43	< - 72
	+ 1 " "	0,948	37,50	18,30	12,0	4,30	3,38	- 65
	+ 2 " "	0,976	50,00	27,40	18,30	5,74	3,26	- 50
	+ 4 " "	1,008	92,00	40,90	27,40	7,72	3,13	- 32
	+ 6 " "	1,021	124,60	54,10	34,80	10,00	2,97	- 30
1 C ₂ -Alkohol	+ 0 Mol C ₂ H ₄ O	0,916	20,20	14,60	10,00	3,52	3,49	- 70
	+ 1 " "	0,950	48,00	21,90	14,70	4,73	3,40	- 60
	+ 2 " "	0,974	66,10	29,07	19,30	6,14	3,24	- 53
	+ 4 " "	0,998	98,00	42,30	27,10	8,31	3,06	- 50
	+ 6 " "	1,030	180,0	75,80	47,01	12,30	2,92	- 16
Limon-Alkohol 180/240	+ 2 Mol C ₂ H ₄ O	0,972	53,30	24,60	15,70	4,96	3,46	- 39
	+ 2 " "	0,990	78,50	31,80	21,40	6,25	3,38	- 34
	+ 2 " "	0,969	129,70	30,60	31,30	8,96	3,10	- 55

57095

Weichmacher für Igeit geeignet befunden worden.

Auf dem nächstfolgenden

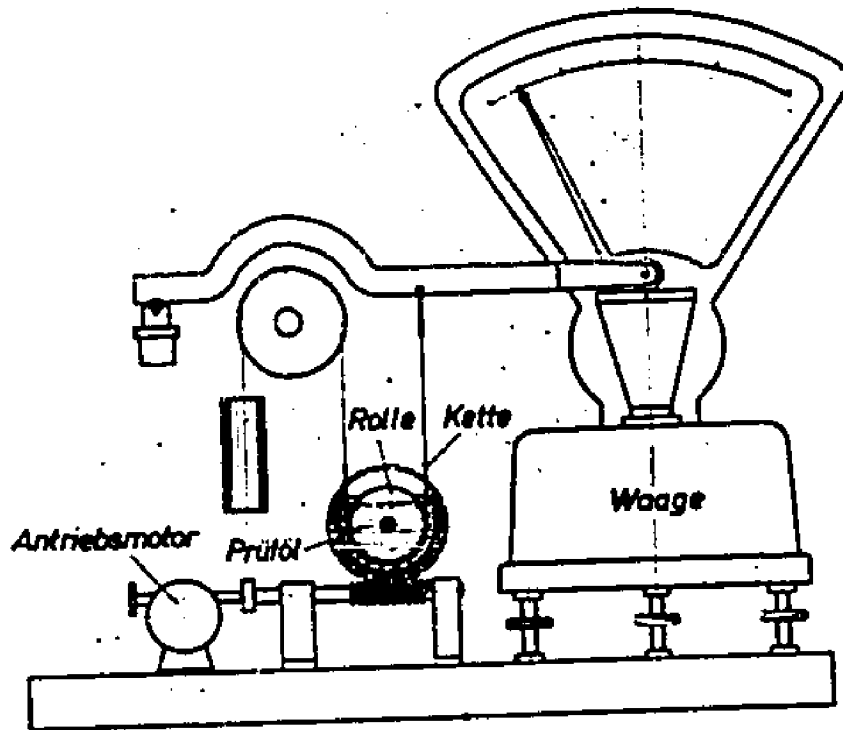
Bild 15 (Nr. 57 096)

ist nun die Auswirkung einer Molekülvergrößerung auf das Viskositäts-Temperatur-Verhalten dargestellt. Es wurden hier mehrwertige Alkohole einmal mit einer normalen Oktylsäure verestert und nun anderen mit dem langkettigen Halbester der Adipinsäure mit der Leuns-Alkohol Fraktion 140-150, das ist im Wesentlichen C6- und C7-Alkohol. Man erkennt, daß diese letzteren Ester wesentlich höher viskos sind und in Viskositäts-Temperatur-Verhalten sogar etwas günstiger sind, als die Ester der normalen Oktylsäure. Da im Halbester der verzweigte Leuns-Alkohol enthalten ist, so ist selbstverständlich das Kälteverhalten dieser Ester ausgezeichnet, wie die Stockpunkte zeigen. Auch die Schmierfähigkeit derartiger Ester ist sehr gut. Sie haben als Schneideöl einen praktischen Einsatz gefunden. Man kann eine geradkettige Molekülvergrößerung nun auch in der Weise durchführen, daß man einen Alkohol Äthoxyliert.

Auf dem nächsten

Bild 16 (Nr. 57 095)

ist das Ergebnis der Untersuchung dieser Frage wieder gegeben. Als Alkohol wurde zunächst das durch Oxidierung von Di-Isobutylan gewonnene 1-C₉-Alkoholgemisch benutzt. Die Äthoxylierung wurde durchgeführt durch Einleiten von Äthylenoxyd in den wasserfreien Alkoholen. Wichtig ist hierbei, daß alle Alkohol-Moleküle gleichmäßig Äthylenoxyd aufnehmen. Dieses gleichmäßige Verteilen des Äthylenoxydes gelang nur mit Hilfe von Borfluorid als Katalysator. Man erkennt auf dem obigen Bild 16, daß mit steigendem Äthylenoxydgehalt die Viskosität sich erhöht und das Viskositäts-Temperatur-Verhalten verbessert wird. Dagegen wird das Kälteverhalten umso schlechter, je mehr Äthylenoxyd



IG
Ludwigshafen a. Rh.
1941

Reibungs-Prüfmaschine

57251
Techn. Prüfstand
Gegen
1105

angelagert wird. Sehr interessant ist der Vergleich mit 2 Mol-Äthylendioxyd behandelten Leuna-Alkoholester aus Adipin-, Methyladipin- und Sebacinsäure. Das Kälteverhalten dieser drei Ester ist vollkommen gleich, die Viskosität nimmt zu und das Viskositäts-Temperatur-Verhalten wird verbessert in der Reihenfolge Adipin-, Methyladipin- und Sebacinsäure. Auch hier ist der Sebacinsäure-Ester der günstigere. Leider haben diese Ester den Nachteil, daß besonders Kohlenwasserstofföle unso schlechter ~~wasserlöslich~~ mischbar sind, bzw. gar nicht mehr mischbar sind, wenn sie viel Äthylendioxyd enthalten. Mehr als ein Mol Äthylendioxyd darf man nicht anlagern, bei 2 Mol Oxyd geht die Mischbarkeit mit K.W. -Ölen bei Raumtemperatur bereits verloren. Bei höherer Temperatur, z.B. 60°, wird dieser Ester jedoch vollkommen mischbar. Mit noch mehr Molen Oxyd geht die Mischbarkeit bei höherer Temperatur auch verloren.

Nachdem wir nun die Beziehungen zwischen der Konstitution der Ester und ihrem Viskositäts-Verhalten einigermaßen kennengelernt haben, gingen wir daran, auch den Zusammenhang zwischen ihrer Konstitution und der Schmierfähigkeit zu untersuchen. Hier bedienten wir uns eines vom technischen Prüfstand in Oppau entwickelten Gerätes, der sogenannten Ketten-Apparatur. Sie besteht wie das

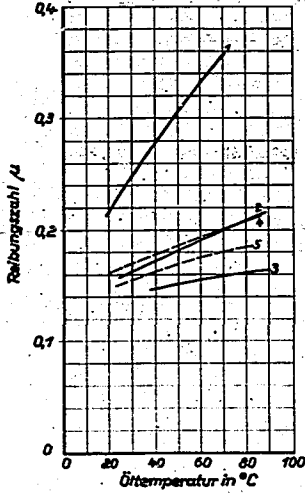
Bild 17 (Nr. 1 105)

zeigt, aus einer durch Gewicht belasteten Kette, die auf halben Umfang von unten gegen die Rolle gepresst wird. Kette und Rolle sind in das ~~Früher~~ getaucht, das durch eine elektrische Heizung erwärmt werden kann. Durch die ~~Reibung~~ der Rolle wird die Kette je nach der Schmierwirkung des Öles mehr oder weniger stark in der Drehrichtung mitgenommen und dadurch ein entsprechender Ausschlag an der Waage verursacht. Da zwischen Kette und Rolle nur eine punktförmige Berührung der einzelnen Kettenglieder stattfindet und die Umfangsgeschwindigkeit sehr gering gehalten wird, arbeitet das Gerät in Gebiet der Grenzreibung.

26. Mai 1940

Versuche in der Kettenmaschine.

- | | | |
|--------------------------------|--------------------|-----|
| 1 = Adipinsäure | + n-Butanol 1,23 | Eso |
| 2 = " " | + n-Octanol 1,27 | |
| 3 = " " | + n-Dodecanol 2,06 | |
| 4 = β -Methyladipinsäure | + n-Octanol 1,55 | |
| 5 = β - " " | + n-Dodecanol 2,07 | |

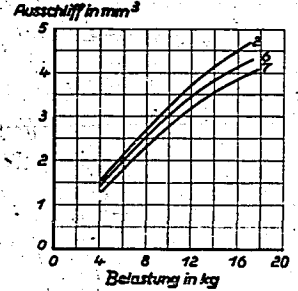
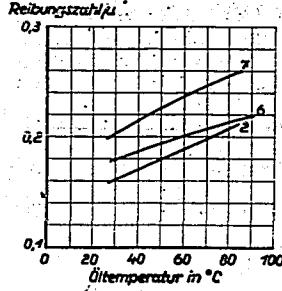


Versuche in der Kettenmaschine.

- | | |
|-----------------------|-----------------------------------|
| 2 = Adipinsäure | + n-C ₇ -Alkohol (aso) |
| 6 = " " | + i-C ₈ -Alkohol (aso) |
| 7 = Methyladipinsäure | + i-C ₇ -Alkohol (aso) |

Verschleißversuche.

Scheibe aus Hartmetall gegen Stahl
Versuchsdauer 10 Min.
Öltemperatur 20°C

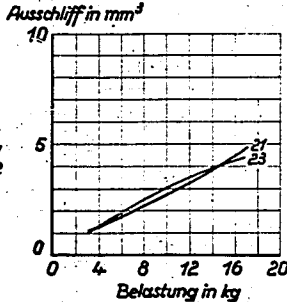
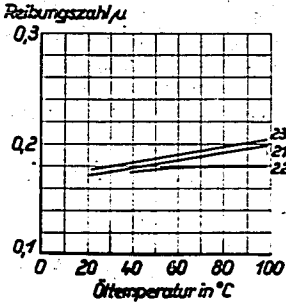


Versuche in der Kettenmaschine.

- | | |
|---|-----|
| 23 = Dimethylpropion + 2 Mol HOOC-(CH ₂) ₆ -COOH | Eso |
| 21 = 1,4-Butylenglykol + 2 Mol " " | |
| 22 = 1,5-Hexylenglykol + 2 Mol " " | |

Verschleißversuche.

Scheibe aus Hartmetall gegen Stahl
Versuchsdauer 10 Min.
Öltemperatur 20°C

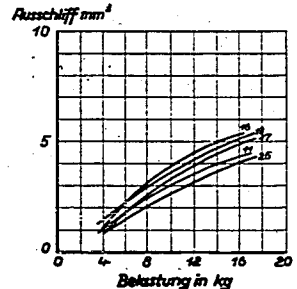
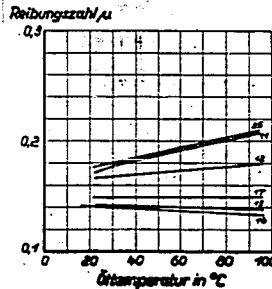


Versuche in der Kettenmaschine.

- | | |
|-----------------------|--|
| 25 = Trimethyloläthan | + Leuna-Carbonsäure cozlosa |
| 11 = " " | + i-C ₈ -Säure |
| 12 = " " | + Vorlauf-Fettsäure C ₇ -C ₈ |
| 13 = " " | + 3 Mol i-C ₈ -Säure |
| 17 = " " | + 2 " " |
| 16 = Pentaerythrit | + 4 " " |

Verschleißversuche.

Scheibe aus Hartmetall gegen Stahl
Versuchsdauer 10 Min.
Öltemperatur 20°C



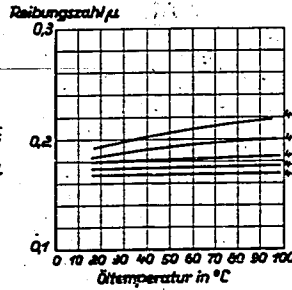
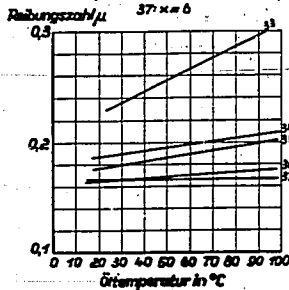
Versuche in der Kettenmaschine.

(C₆-)(OC₂H₅-CH₂)_x + Methyladipinsäure

- | |
|-----------|
| 33: x = 0 |
| 34: x = 1 |
| 35: x = 2 |
| 36: x = 4 |
| 37: x = 6 |

42 = i-C₇ Alkohol + 0 Mol C₂H₅O-Adipinsäure

- | | |
|----------|---------|
| 43 = " " | + 1 " " |
| 44 = " " | + 2 " " |
| 45 = " " | + 3 " " |
| 46 = " " | + 6 " " |



auf dem Mikroskop.

Bild 18 (Nr. 57 134)

sehen Sie einige Ergebnisse der mit dieser Apparatur gemessenen Messungsergebnisse. Die Kurven 1, 2 und 3 sind Messwerte von Estern der Adipinsäure und den geradkettigen Alkoholen Butanol, Octanol und Dodecanol. Man sieht, daß mit steigendem Molekulargewicht die Reibungszahlen absinken und die Abhängigkeit der Reibungszahlen von der Temperatur immer günstiger werden. Ersetzt man in diesen Estern die Adipinsäure durch die Methyl-adipin-säure, das sind die Ester 4 und 5, so sieht man, daß die Reibungszahl der Methyl-adipin-säure-Ester stets höher liegt, als die der entsprechenden Adipinsäure-Ester. Diesen Einfluß der Methylgruppe finden wir auf dem nächsten

Bild 19 (Nr. 57 133)

wieder bestätigt beim Vergleich der Ester 2 und 6, sowie 6 und 7. Interessant ist hier nun die rechte Seite des Bildes, wo der Verschleiß der Ester gemessen wurde an einer Hartmetallscheibe die gegen eine Stahlplatte gedrückt wurde. Man sieht hier, daß derjenige Ester, dessen Reibungszahl am größten ist, den niedrigsten Verschleißwert aufweist.

Das gleiche Ergebnis zeigt das nun folgende

Bild 20 (Nr. 57 134)

Hier sind die Ester zweiwertiger Glykole miteinander verglichen. Die niedrigste Reibungszahl hat der Ester mit der längsten C-Atom-Kette. Dieser hat wiederum den größten Verschleiß.

Das folgende

Bild 21 (Nr. 57 132)

zeigt noch einmal das starke Absinken der Reibungszahl mit ständiger Molekulargewicht des Esters. Man vergleiche Nr. 25 mit 11, 12, 13 und 16. Desgleichen wird die Temperatur-Abhängigkeit immer günstiger. Beim Ester 16 ist sogar mit steigender Temperatur eine geringe Abnahme der Reibungszahl festzustellen. Bemerkenswert ist ferner der Vergleich von 11 und 12; die verzweigte Säure hat wieder die höhere Reibungszahl und die stärkere Temperaturabhängigkeit der Reibungszahl. Weiter ist interessant, daß durch die unvollständige Veresterung die Reibungszahl nur wenig verschlechtert, die Temperaturabhängigkeit aber gar nicht beeinflusst wird; man vergleiche 17 mit 15. Bei den Verschleißversuchen ist wieder die Reihenfolge der Ester genau umgekehrt wie bei den Reibungszahlen. Auch bei den noch höher molekularen Estern des nächsten Bildes

Bild 22 (Nr. 57 130)

D	Summen- Formel	Mol- Gew.		spez. Gew.	Viskosität in mSt				n	V.P.	V.T.	Schmelz- punkt ° C
					bei ° C							
				20° C	30	50	95					
1	C ₃₂ H ₆₆	450	CH ₃ - (CH ₂) ₂₉ - CH ₃	0,776/ 75	(57)	(20,5)	(14,4)	5,20	2,96	0,86	187	- 70,5
2	C ₃₂ H ₅₈	450	$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_{17} \\ \text{C}_7\text{H}_{15} \end{array} \begin{array}{l} \diagup \\ \diagdown \end{array} \text{CH} - \text{CH} \begin{array}{l} \diagup \\ \diagdown \end{array} \begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_{17} \\ \text{C}_7\text{H}_{15} \end{array}$	0,8140	35,77	17,55	12,2	3,89	3,54	1,26	149	ca-80
3	C ₃₂ H ₆₆	450	$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_{17} \\ \text{C}_6\text{H}_{15} \end{array} \begin{array}{l} \diagup \\ \diagdown \end{array} \text{C} = \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} \begin{array}{l} \diagup \\ \diagdown \end{array} \begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_{17} \\ \text{C}_6\text{H}_{15} \end{array}$	0,8155	36,12	17,40	11,8	3,74	3,64	1,37	134	ca-20
4	C ₃₂ H ₅₆	450	$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_{17} \\ \text{C}_6\text{H}_{15} \end{array} \begin{array}{l} \diagup \\ \diagdown \end{array} \text{CH} - \text{CH}_2 - \begin{array}{c} \text{CH} \\ \text{C}_6\text{H}_{15} \end{array} - \text{CH}_2 - \begin{array}{c} \text{CH} \\ \text{C}_6\text{H}_{15} \end{array} - \text{CH}_3$	0,8125	38,56	18,50	17,1	3,74	3,71	1,42	118	ca-80
5	C ₃₂ H ₆₆	450	(nC ₅ H ₁₁) ₃ - C = C - (nC ₅ H ₁₁) ₃	0,8204	70,56	31,6	19,9	4,90	3,85	1,96	84	ca-50

57701

Unterschiede der Haftarbeiten an wässrigen und
metallischen Grenzflächen nach Messungen von
K. J. Wolf, Halle

S t o f f	Grenzflächenspannung (dyn/cm) gegen		Haftarbeit α (erg/cm^2) gegen	
	Wasser	Quecksilber	Wasser	Quecksilber
Benzol	51,75	380	40,0	170
Benzol	55,63	366	61,6	143
CCl_4	43,28	358	54,3	149
$\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$	37,43	350	68,5	163
CS_2	46,36	343	55,0	170
Perkylalohol	27,12	340	68,5	160
Octanol	6,52	367	90,0	140
Heptylsäure	6,56	335	94,6	175
Ester	etwa 25	etwa 350	etwa 75	etwa 150

wird wieder bestätigt das Abnehmen der Reibungszahl und die Verflachung der μ -Temperatur-Kurve mit steigendem Mol-Gewicht.

Dieses interessante gegensätzliche Verhalten zwischen Schmierfähigkeit, wie sie durch die Reibungszahl gekennzeichnet ist, und dem Verschleiß, findet seine Ursache in der Kraft mit der die Moleküle an der Oberfläche festgehalten werden. Die Arbeit die aufgewandt werden muß um eine Flüssigkeit von 1 cm² Querschnitt von der Grenzfläche loszureißen, heißt Haftarbeit. Sie kann bestimmt werden durch Messung der Grenzflächenspannung und der Oberflächenspannung der beiden Grenzflächenpartner. Es gilt hier die von Dupré abgegebene Beziehung: $H = \sigma_1 + \sigma_2 - \sigma_{12}$.

Von Herrn Prof. Dr. Wolff in Halle sind auf meine Anregung hin zahlreiche Stoffe in bezug auf ihre Haftarbeiten untersucht worden. Einige Ergebnisse dieser Untersuchungen zeigt das nächste

Bild 23 (Nr. 57 101)

Interessant ist bei den Kohlenwasserstoffen das Verhalten des Benzols, welches wesentlich fester gehalten wird an Quecksilber als sein Hydrierungspunkt das Cyclohexan. In der Reihe der Alkohole erkennt man eine Zunahme der Haftarbeit mit zunehmender Verlängerung der C-Kette. Bemerkenswert ist, daß eine Verzweigung der C-Kette eine Verminderung der Haftarbeit hervorruft. Bei den Säuren ist die Haftarbeit gänzlich unabhängig von der Molekülgröße. Das dürfte seine Ursache in der bei allen Säuren vorhandenen dimeren Molekülassociation haben. Eine größere als die zweisäulige Übermolekülbildung tritt nur bei der Ameisensäure auf. Bei den Estern beobachten wir genau wie bei den Alkoholen ein Ansteigen der Haftarbeit mit steigendem Mol-Gewicht des Alkohols. Bemerkenswert ist hier, daß eine Verzweigung der alkoholischen C-Atom-Kette eine Erhöhung der Haftarbeit nach sich zieht. Die Ursache in diesem unterschiedlichen Verhalten gegenüber den reinen Alkoholen liegt vermutlich in der Art wie die Moleküle an der Grenzfläche angeordnet sind. Es gibt hier zwei Möglichkeiten, entweder sie stehen senkrecht mit ihrer C-Atom-Kette auf der Grenzfläche, oder sie sind tangential angeordnet. Die Frage, welche Anordnung von den einzelnen Stoffarten bevorzugt wird, ist einmal abhängig von der sterischen Stellung der Dipolgruppe im Molekül und zum anderen abhängig von der Lage und Größe des permanenten Dipols innerhalb der Gruppe.

Die Haftarbeiten sind natürlich nicht nur abhängig vom Schmierstoff, sondern auch von dem anderen Partner der Grenzfläche. Auf dem nächsten

Bild 24 (Nr. 57 087)

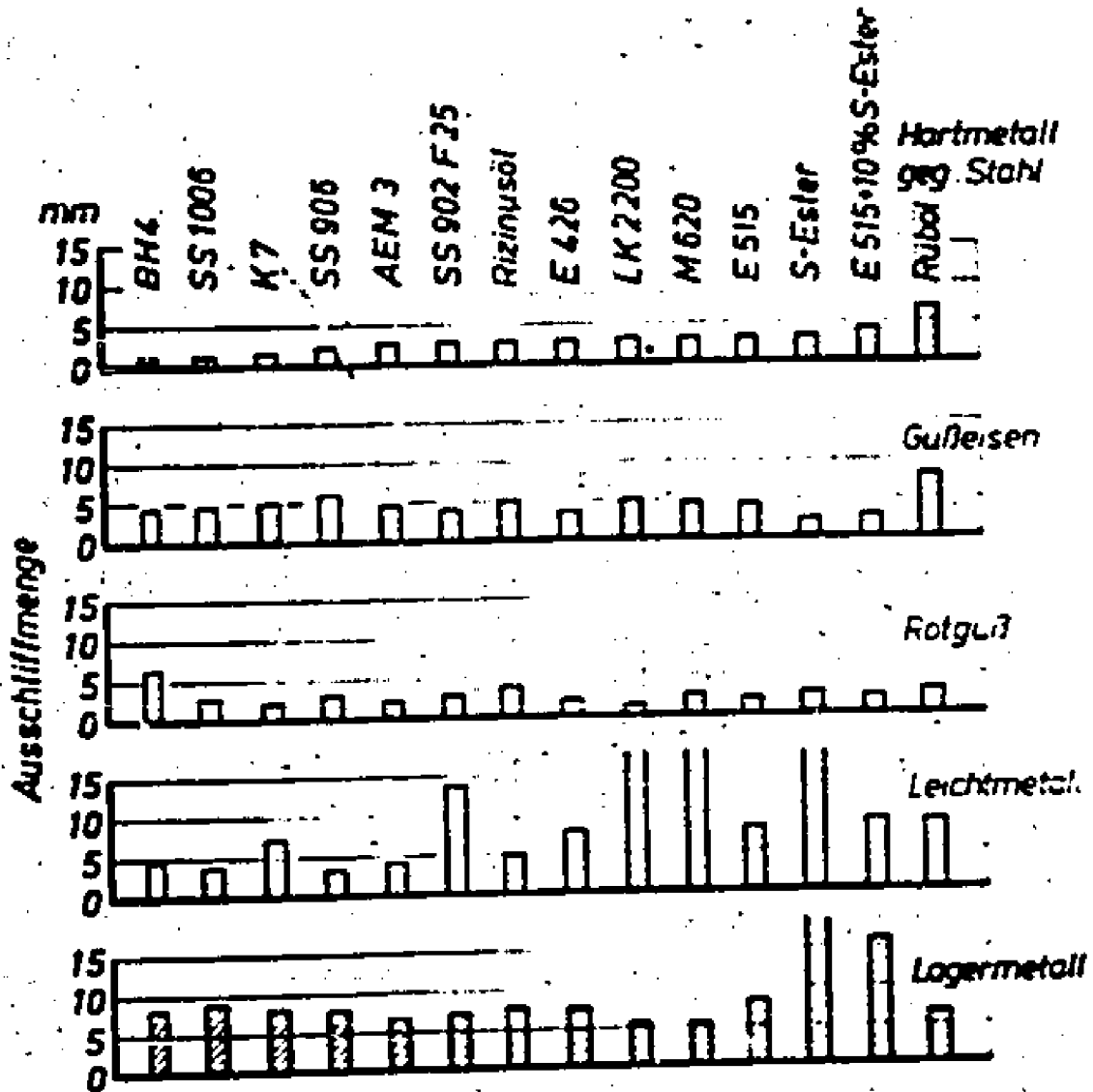
sind die Unterschiede verschiedener Haftarbeiten an einer wässrigen und einer metallischen Grenzfläche zusammengestellt. Man erkennt die großen Unterschiede

Lebensmittelbestand und Verarbeitungsverlust nach Berechnungen

22.1.1954, 2016, 2016

Stoff	Verarbeitungsverlust II (kg/m ²)	Verarbeitungsverlust I (kg/m ²)
Cyclohexan	4 300	12 300
Benzol	5 600	16 800
CH ₄	5 600	16 800
Aceton	4 900	14 700
Propenol	4 700	14 100
Butanol	5 000	15 000
Benzol	5 300	15 900
Propylaldehyd	5 300	15 900
Butylaldehyd	5 300	15 900
Hexylaldehyd	5 600	16 800
Octylaldehyd	5 700	17 100
Zucker	14 400	43 200
Glockenlilie	96 000	288 000
Knochen	5 000	15 000
Eisen	4 000-7 000	12 000-21 000

57085



57123

IG
 Leitzentrale
 1943

**Verschleiß verschiedener Metalle
 bei Verwendung verschiedener Öle**

Techn. Prüfstand
 Oppen
 1412

die zwischen Wasser und Quecksilber bestehen. Am Quecksilber haften die Stoffe im Durchschnitt 2 - 3 mal so gut wie beim Wasser. Aus den Haftarbeiten lassen sich nun die Haftfestigkeiten berechnen.

Das nächste

Bild 25 (Nr. 57 085)

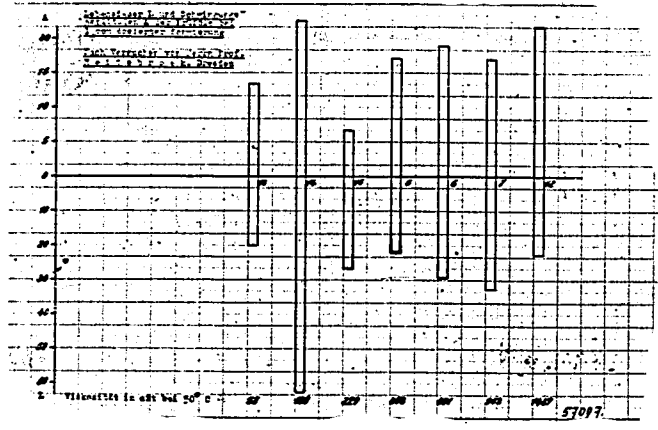
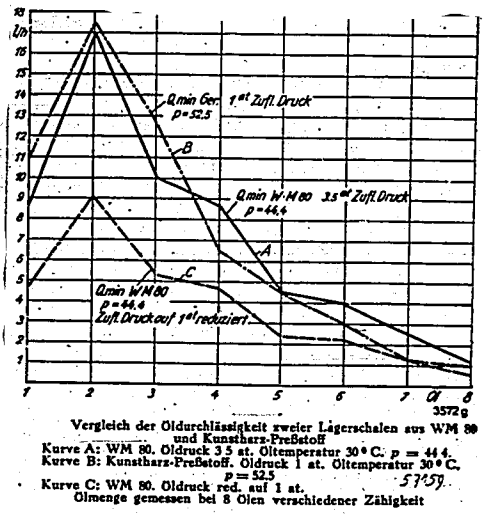
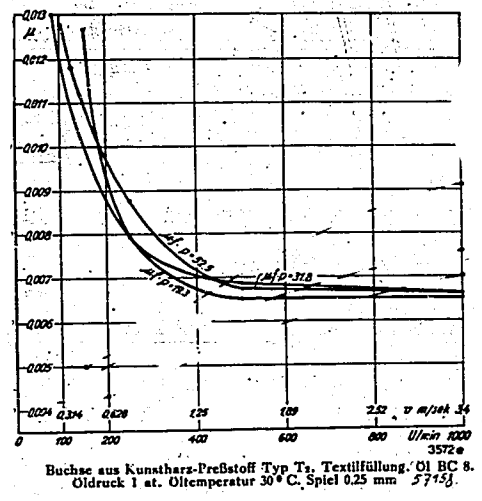
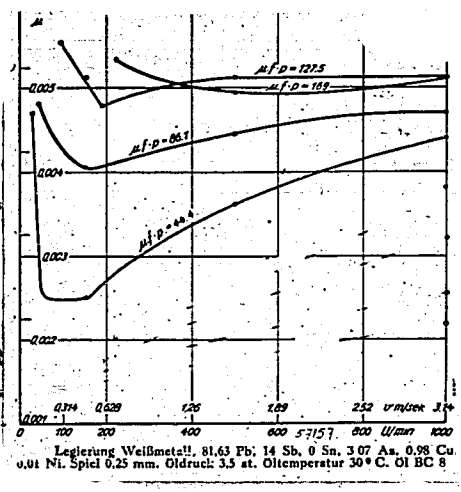
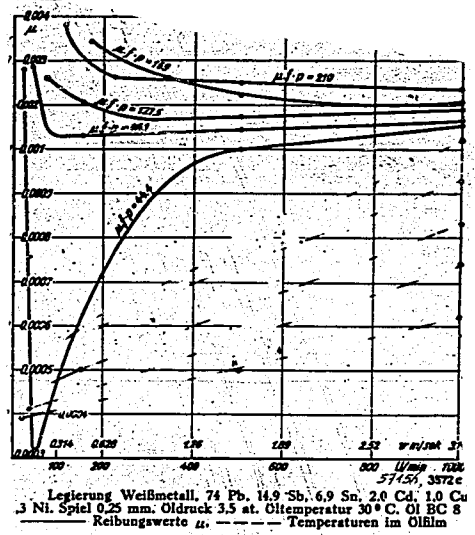
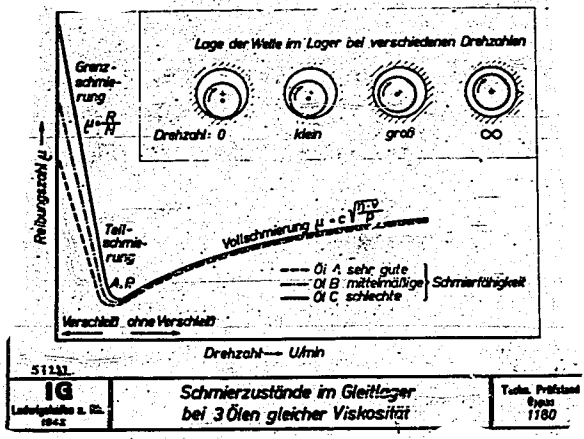
zeigt Ihnen die entsprechenden Werte für Kohlenwasserstoffe, Alkohol und Säuren. Man erkennt wieder eine Zunahme der Haftfestigkeit bei den Kohlenwasserstoffen mit Zunahme des ungesättigten Charakters, bei den Alkoholen mit Zunahme der C-Ketten-Länge und bei den Säuren eine Unabhängigkeit der Haftfestigkeit von der Molekülgröße. Diese Haftfestigkeiten, da ja ein Maß geben für die zum Abreißen der Grenzfläche von 1 cm^2 Querschnitt benötigten Kräfte, entsprechen im Inneren der Flüssigkeit bzw. des Metalles deren Zerreißeigenschaften. Die Letzteren rechnen sich aus den Grenzflächen-Spannungswerten. Es ist die Zerreißebarkeit $R_g=20$. Hier ist nun auffallend die Größe dieser Werte für Flüssigkeiten. Das Zerreißen einer flüssigen, organischen Säure erfordert die gleiche Kraft, ja evtl. eine größere Kraft als das Zerreißen eines Metalles wie Messing oder Eisen. Diese Tatsache erklärt uns ohne weiteres das umgekehrte Verhalten zwischen Reibungszahl einerseits und Verschleiß andererseits. Je größer die Haftfestigkeit eines Schmierstoffes ist, um so tragfester ist die Schmierschicht, also um so kleiner ist die Reibungszahl einerseits, um so größer ist aber andererseits auch die Kraft, mit der das Flüssigkeits-Molekül ein Metall-Atom aus seiner Grenzfläche herausreißen kann. Wir dürfen also bei der Entwicklung von Schmierstoffen, wenn wir auf einen niedrigen Verschleiß hinarbeiten wollen, nicht Stoffe entwickeln, die ausserordentlich hohe Haftfestigkeiten aufweisen, sondern wir dürfen uns hier nur einem Optimum nähern. Um dieses anzustreben, dürfen wir nicht so sehr auf die Dipolkräfte des Moleküls achten, sondern müssen viel mehr auf die Dispersionskräfte des Moleküls, deren Ursache in der spezifischen Quantenbindung der C-Atom-Kette liegt, unseren Blick richten.

Es ist aber nicht nur der Schmierstoff für den Verschleiß verantwortlich, sondern auch der andere Grenzflächenpartner, das Metall, spricht hier mit.

Das nächste

Bild 26 (Nr. 1412)

zeigt das unterschiedliche Verschleißverhalten verschiedener Metalle gegenüber den gleichen Stoffen. Es kann ein Stoff, wie z.B. der Polyäther-Alkohol LK 2209 gegenüber Zinn ausserordentlich verschleißbeständig sein, während



gegenüber Weichmetallen demartig verschleissend wirkt, daß man beinahe sagen kann, das Weichmetall wird von ihm aufgelöst. Auch ein reines Mineralöl, wie z.B. Öl K 7 verhält sich gegenüber den verschiedenen Metallen sehr stark unterschiedlich.

Dieses unterschiedliche Verhalten der Öle gegenüber den verschiedenen Metallen kommt natürlich auch bei der eigentlichen Schmierung zum Ausdruck.

Wenn man auf den nächsten

Bild 27. (Nr. 1180)

die verschiedenen Schmierzustände des Gleitlagers betrachtet, so macht sich auch hier die chemische Konstitution des Schmierstoffes bemerkbar und zwar in dem Gebiete, wo die Drehzahl gering und die Belastung dementsprechend hoch wird. Das ist das Gebiet der Teilschmierung und der Grenzschmierung.

Auf den folgenden

Bildern 28 (Nr. 57 156) 29 (57 157) 30 (57 158)

ist das unterschiedliche Verhalten verschiedener Lagermetalle in Grenzreibungszustand bei dem gleichen Öl dargestellt. Die Versuche wurden von Herrn Prof. Dr. Heidebrock in Dresden durchgeführt. Sie sehen, wie je nach der Natur des Lagerstoffes der Übergangspunkt von der Vollschmierung zur Grenzschmierung bei gleicher Belastung je nach der Natur des Materials verschieden liegt. Es handelt sich hier um eine Auswirkung der Grenzflächenkräfte in dickere Schichten der Flüssigkeit hinein. Da von der Grenzfläche eine Orientierung in tiefere Flüssigkeitsschichten ausgehen muß, wird ferner wahrscheinlich gemacht durch den auf dem nächsten

Bild 31 (Nr. 57 159)

gestigten Vergleich der Wirkung zweier verschiedener Lagerschalen bei dem gleichen Öl. Man erkennt, wie bei einer gegebenen Lagerpaltenweite für die Durchströmung einer bestimmten Ölmenge in der Zeiteinheit je nach der Natur des Lagerwerkstoffes verschiedene Öldrücke angewandt werden müssen.

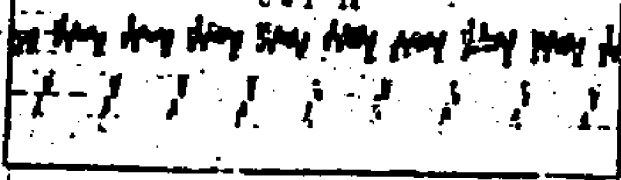
Ausser diesen Kräften, die von der Grenzfläche aus gehen, wird nun der Schmierzustand noch von anderen durch die Flüssigkeits-Struktur verursachten Vorgänge beeinflusst.

Auf dem nächsten

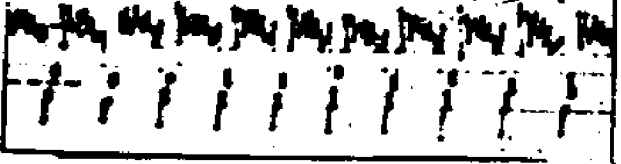
Bild 32 (Nr. 57 097)

zeige ich Ihnen einige Messungsergebnisse die Herr Prof. Dr. Heidebrock an


C-1 14



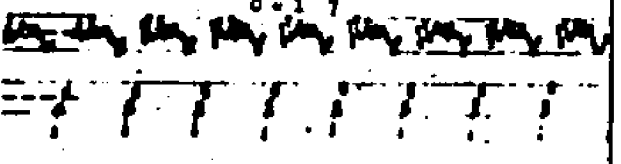
C-1 12



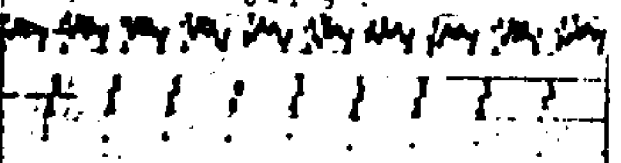
C-1 6



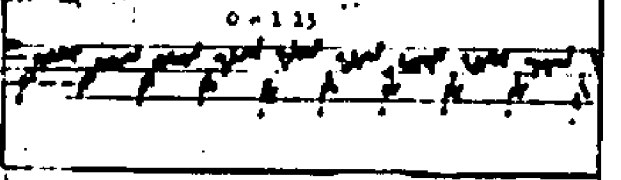
C-1 7



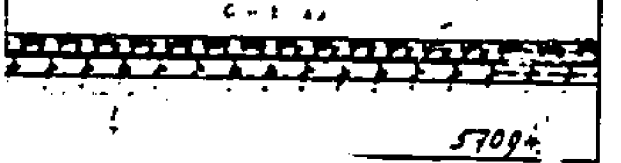
C-1 5



C-1 13



C-1 40



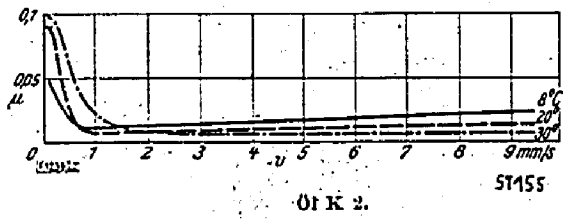
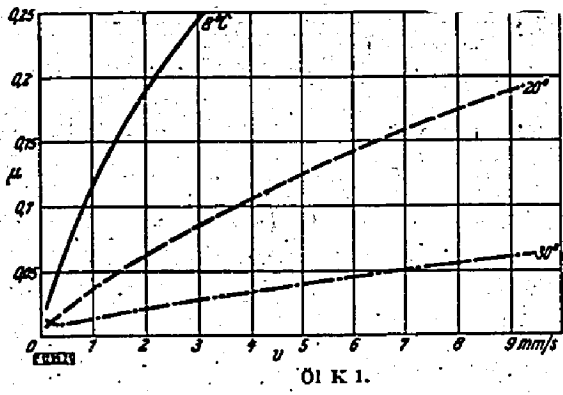
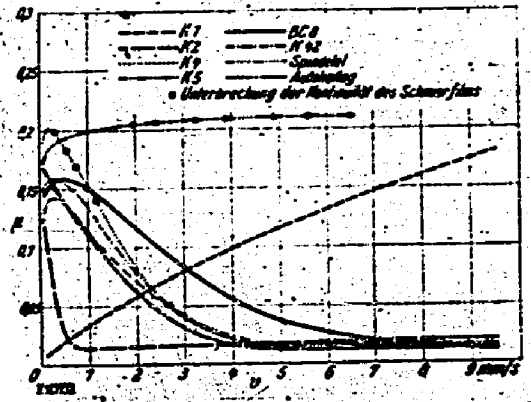
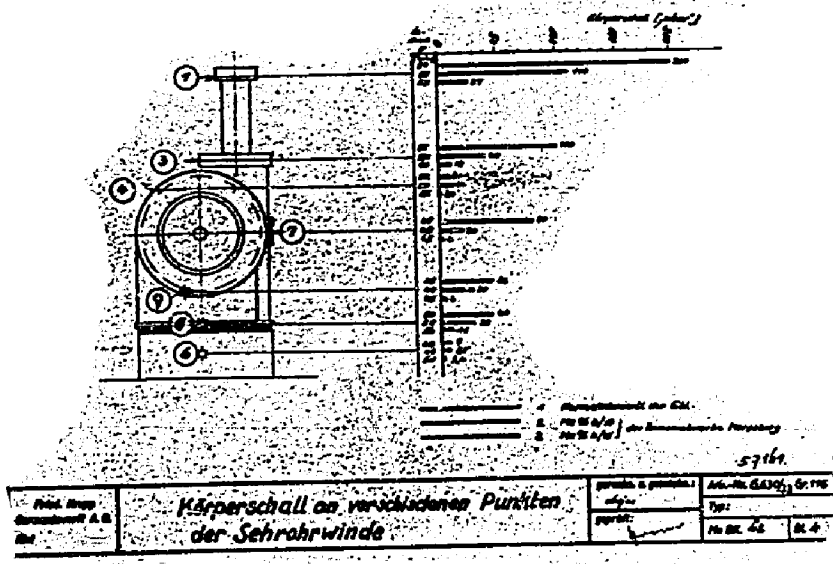
einem Zahnradprüfgerät gefunden hat. Dieses Prüfgerät besteht aus zwei sorgfältig gelagerten Zahnrädern, in deren Lagern ein Druckquarz eingebaut ist, der die feinsten Schwingungen die von den Unebenheiten der Zahnflanken ausgehen, oscillographisch festzuhalten erlaubt. In diesem Gerät werden die Zahnflanken mit einer genau dosierten, auf 1 ccm bemessenen Schmierstoffmenge geschmiert und nun die Zeit bestimmt, die verstreicht, bis diese Schmierschicht versagt, was durch das Auftreten von Rostfleckchen auf den Zahnflanken, der sogenannten Reiboxydation, gekennzeichnet ist. Gleichzeitig wird oscillographisch der Schwingungszustand der Zahnräder aufgenommen und die Grösse der Amplitude dieser Schwingungen ausgemessen. Es sind in diesem Bild sieben in ihrer Viskosität und ihrem chemischen Aufbau verschiedenartige Öle untersucht. Man erkennt, daß die Lebensdauer, d.h. die Zeit bis zum Eintreten der Reiboxydation, sehr verschieden ist und in keinem Zusammenhang mit der Viskositätshöhe steht. Das gleiche gilt für die Schwingungs-Amplituden, bei den Ölen 13, 14 und 15. Hier handelt es sich um drei Ester: Nr. 13 ist ein Polybutylen-Glykol, Nr. 14 ist ein Polyester aus 2 Mol Trimethyloläthan und 1 Mol Adipinsäure, verestert mit Leuna-Carbonsäure. Nr. 15 ist der gleiche Polyester, nur statt Leuna-Carbonsäure ist die Seifenfettsäure aus der Oppauer Paraffin-oxydation benutzt worden. Man erkennt, daß 1 ccm des Esters Nr. 14 eine ausserordentlich hohe Schmierdauer aufweist, während der Ester Nr. 15 durch eine sehr kleine Amplitude seines Schwingungs-Oscillogramms ausgezeichnet ist. Dieser Ester gewährleistet also einen sehr ruhigen Lauf des Zahnradgetriebes. Die Öle 5, 6 und 7 sind hochmolekulare Äthylenpolymerisate mit einer wesentlich höheren Viskosität als der Ester Nr. 15 und trotzdem sind die Schwingungs-Amplituden dieses hochviskosen Öles doppelt so hoch wie die des wesentlich dünnflüssigeren Esters Nr. 15. Die Viskositätshöhe, d.h. die Molekülgrösse ist also für den ruhigen Lauf eines Getriebes von keiner Bedeutung. Entscheidend ist hier der Molekülbau. Das Öl Nr. 15 ist ein vollpolimerisiertes fettes Öl, dessen Schmiereigenschaften im Gleitlager viel gerühmt werden. Für die Wälzlagerschmierung bietet es keinen Vorteil.

Auf dem folgenden

Bild 33 (Nr. 57 094)

zeige ich Ihnen die Oscillogramme der oben bezeichneten Öle. Sie erkennen sehr deutlich den schönen ruhigen Lauf des Esters Nr. 15, verglichen mit dem unruhigen Lauf des siebenmal viskoseren vollpolimerisierten fetten Öles Nr. 13.

Es ist uns gelungen, die Äthylenpolymerisation so zu leiten, daß man Polymerisate erhält, die sich wie der Ester Nr. 15 verhalten, als schwingungsdämpfend



57154

Stille - Verhalten einer K. G. - 0 1 a

Nr.	Tinkheit in ost bei			Zugplättchen eingeträgt bei	Zugplättchen eingeholt bei	Schuss langgezogen bei
	-62°	-60°	-58°			
463	-	34650	21300	- 60°	- 59°	- 58°
474	16100	11800	8530	- 62°	- 61°	- 60°
475	11220	8870	6130	- 64°	- 63°	- 62,5°

59026

wirken und damit schalldämpfend sind. Auf dem folgenden

Bild 34 (Nr. 57 161)

zeige ich Ihnen Schallmessungsergebnisse die von der Fa. Krupp mit einem derartigen Öl ermittelt wurden.

Sehr interessant ist nun auch die Auswirkung derartig dämpfend wirkender Öle auf den Reibungsverlauf eines Gleitlagers. Das gleiche Öl, welches hier bei der Fa. Krupp untersucht worden war, wurde auch von Herrn Prof. Dr. Haifabrock im Gleitlager studiert.

Das folgende

Bild 35 (Nr. 57 154)

zeigt Ihnen die Ergebnisse dieser Untersuchung. Hier sind fünf verschiedene Öle geprüft worden. Unser Dämpfungsöl ist das Öl K I. Das Öl K II ist ebenfalls ein Äthylpolymerisat mit einer geringen Viskosität. Sie erkennen sehr schön das vollkommen andersartige Verhalten des Öles K I, welches noch bei den geringsten Geschwindigkeiten den Vollschmierungsstand aufrecht erhält. Auf dem unteren Teil des Bildes ist gezeigt, daß auch Mischungen der Öle K I mit K II sich herstellen lassen, die den Grenzreibungszustand auch bei geringen Geschwindigkeiten vermeiden.

Das nächste

Bild 36 (Nr. 57 155)

zeige Ihnen den Einfluss der Temperatur auf den Reibungsverlauf des Gleitlagers. Mit steigender Temperatur sinkt die Reibung, weil die Viskosität erniedrigt wird. Wichtig ist nun, wie das untere Bild zeigt, daß auch bei geringsten Geschwindigkeiten das Öl K I nicht zur Grenzreibung führt.

Der Einfluss der Temperatur auf den Reibungsverlauf bzw. auf die Schmierung überhaupt, hat uns in den letzten zwei Kriegsjahren eine Fülle von technischen Problemen gebracht. Das erste dieser Probleme war die Schmierung von Waffen bei sehr tiefen Temperaturen, wie sie bei der Luftwaffe in grossen Höhen auftreten.

Ich zeige Ihnen auf dem nächsten

Bild 37 (Nr. 51 026)

den Einfluss der Viskositätsabfälle auf das Schliessen eines Luftwaffen-Maschinengewehrs bei sehr tiefen Temperaturen. Die Aufgabe, die uns hier gestellt wurde, hies dieses Öl zu schaffen, die bei -60° ein einwandfreies Starten

F. S. - 010

Nr.	Namen	Siedepunkt unter	Viskosität in cSt.				η _{sp} /c	γ _{sp} /c	50 Schmelz in Sekunden		Dauerbohrprobe Schmelzzeit	Kalttest bei -60°
			-25°	+20°	+30°	+39°			Auftrag	Ende		
376	1,4 Butandiol + L A 140-C	-76	2640	9,00	5,31	1,78	3,977	1,07	3,00	2,60	nach 125 aufrechen	gut
377	Allyl-S + L A 140-C	-77	8160	14,5	7,07	2,34	3,957	1,214	2,8	-	" 250	"
290	Allyl-S + L A 165/750	-76	2220	21,1	10,5	2,82	3,136	1,339	3,0	2,80	" 3000	" bis -40° gut
434	1 - Methylphosphat	-78	2963	14,8	6,60	2,20	2,968	0,975	2,65	2,77	" 2250	"
2903	Ester 290 + 1% S gelöst	-76	18300	19,3	3,00	2,51	3,193	1,333	2,70	3,00	" 3000 schwarzer Angriff	"
190 C	Ester 290 + 2% S als Thioacetonaldehyd	-76	29180	17,7	9,20	2,51	3,23	1,384	3,00	-	" 250 aufrechen	"
401	S 376 + 2% S als $\text{H}-\text{CO}-\text{S}-\text{C}-\text{O}-(\text{CH}_2)_4-\text{O}-\text{C}-\text{S}-\text{COOH}$	-76	3510	9,11	5,31	1,82	3,122	0,949	3,00	-	" 125	gut
302	S 376 + 4% S - wie 401	-76	2801	9,44	5,28	1,92	3,143	1,066	2,80	3,00	" 3000	"
303	S 376 + 5% S als $\text{H}-\text{CO}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{S}-\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-\text{COH}$	-76	4210	11,4	6,49	2,06	3,15	1,13	2,80	-	"	"
124	S 376 + 2% S als $\text{H}-\text{CO}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{S}-\text{C}-\text{O}-(\text{CH}_2)_4-\text{O}-\text{C}-\text{S}-\text{CH}_2-\text{COOH}$	-76	6720	10,6	6,14	1,97	3,178	1,131	2,84	-	"	"
409	S 376 + 2% S als $\text{H}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{S}-\text{C}-\text{O}-(\text{CH}_2)_4-\text{CO}-\text{S}-\text{CS}-\text{OH}$	-76	7300	11,0	6,25	1,97	3,219	1,182	2,50	2,66	nach 3000	gut
441	S 376 + 2% S als $\text{H}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{S}-\text{S}-\text{S}-\text{CS}-\text{OH}$	-78	2165	10,6	6,04	1,96	3,159	1,103	2,50	2,65	nach 3000	gut
442	S 376 + 2% S als $\text{H}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{S}-\text{S}-\text{S}-\text{CS}-\text{O}-\text{S}$	-76	1672	10,6	6,04	2,02	3,259	1,352	2,50	2,50	nach 3000	gut

51027

des Maschinengewehres mit voller Schusszahl ermöglichen. Wie dieses Bild zeigt, ist uns dies gelungen mit den Ölen 494 und 495. Wir haben zu diesem Zweck nach Stoffen suchen müssen, die bei einer sehr niedrigen Viskosität die hohen Drücke der verschiedenen Lagerstellen aufnehmen vermöchten, auf den nächstfolgenden dem

Bild 38 (Nr. 51 027)

zeige ich Ihnen den Zusammenhang zwischen der chemischen Konstitution verschiedener Stoffe und ihrer Viskosität sowie ihrer Schmierleistung im Maschinengewehr. Die Letztere ist gekennzeichnet einmal durch die Zeit die für 50 Schuss benötigt wird und zweitens durch die Anzahl der Schüsse die mit einmaliger Schmierung des Gewehres geleistet werden kann. Sie erkennen, daß Schussgeschwindigkeit und Gesamtschusszahl sehr verschieden sind, je nach der Struktur der einzelnen Stoffe. Der letzte Stoff Nr. 442 brachte die Lösung des Problems. Es handelt sich hier um einen Stoff der erhalten wird in dem man das Xanthogenat des Amylalkohols mit Schwefel-Chlorür umsetzt. Dieser Stoff stellt ein goldgelbes Öl dar, das etwa 50% Schwefel enthält, er ist sozusagen ein verflüssigter Schwefel. Er hat nicht nur auf dem Schmierstoffgebiet wertvolle Dienste geleistet, sondern auch auf dem Lackgebiet Einsatz gefunden. Für Kautschuklacke, sogenannte Pervinanlacke bestand das Problem der Herstellung von vulkanisierbaren, streichbaren, flüssigen Lacken. Da dieser Stoff, Mesulfol genannt, in allen Lacklösungsmitteln löslich ist und beim Einbrennen der Lacke sich zersetzt unter Abscheidung von sehr reaktionsfähigem Schwefel ist, der sehr leicht das Pervinan nun zu vulkanisieren vermag. Es sei an dieser Stelle bemerkt, daß es ein sehr glücklicher Gedanke von Herrn Dr. Dr. Giesen war, dem Schmierstofflaboratorium ein Lacklaboratorium anzugliedern. Beide Gebiete gehören in den Anwendungsbereich der Grenzflächenforschung und der Erforschung der Struktur und Verhaltens von Flüssigkeit.

Die Wirkung des Mesulfols bei der Maschinengewehr-Schmierung zeigt das nächste

Bild 39 (Nr. 51 025)

bemerkenswert ist hier die unterschiedliche Wirkungsweise des Mesulfols im Ester und in Kohlenwasserstoffölen. Man vergleiche 463 mit 469. Das Kohlenwasserstofföl erfordert, um gleich gute Schmierleistung zu erzielen, einen höheren Schwefelzusatz, wie der Vergleich von 469 mit 495 zeigt. Wir haben uns daher in der technischen Ausführung auf eine Mischung von Ester und Kohlenwasserstofföl 50 zu 50 einstellen müssen. Dieses Produkt wird seit Januar 1941 in steigendem Maße bei der Luftwaffe eingesetzt. Wir fingen an mit monatlich

Deutsche Asbest Co.

	Winterl 2/191 III	Winterl 2/1 III	Winterl 2/166 III	Winterl 2/194-III	Winterl 2/61 III
Asphalt	0,04	0,7	1,0	0,02	0,3
Karbo <chem>CHCl3</chem>	8,7	11,8	11,3	15,5	15,3
Karbo <chem>Cy</chem>	3,4	3,0	1,8	1,6	1,6
<chem>H2SO4</chem> - Lösliches 6 x 2 bis 3 cm	18,2	16,7	20,9	18,0	11,7
Aceton - Unlöslich. 20°	3,3	6,9	10,6	4,6	9,0
Paraffin	2,0	2,2	2,9	4,5	3,9
IV - Öl.	64,6	58,6	51,4	57,9	58,7

Clart	Steckpunkt ° C	Viskosität in K° bei					Y.J.
		- 30°	- 20°	+ 30°	+ 50°	+ 99°	
1) 2/166	- 40	16380	2583	10,97	6,00	1,713	75
2) 2/191	- 54	37100	1710	8,61	4,81	1,600	73
3) 2/1	- 43	7076	1311	8,24	4,78	1,638	98
4) 2/61	- 44	5339	1248	8,27	4,85	1,645	98
5) 2/194	- 58	nicht messbar	1482	8,21	4,85	1,658	104
Mischungen							
6) 2/166 + 2/191 1 : 1	- 55	24630	2192	-	-	-	-
7) 2/1 + 2/61 + 2/194 1 : 1 : 1	- 55	6574	1155	-	-	-	-
8) 2/61 + 2/194 1 : 1	- 40	8300	1270	-	-	-	-
9) 2/1 + 2/194 1 : 1	- 54	7273	1225	-	-	-	-
10) 2/1 + 2/61 1 : 1	- 42	6093	1322	-	-	-	-
11) Mischung 1 - 5	- 55	9593	1595	9,41	5,30	1,657	81
12) Ester 436	- 74	52,0	20,3	1,73	1,53	1,77	169
13) H 1 - 5 + 12% Ester	- 40	3235	729	6,75	4,03	1,543	95
14) Mischung 7 + 6% Ester	- 41	3390	931	7,11	4,23	1,584	101
15) " 7 + 12% "	- 44	2285	660	6,07	3,74	1,521	102

50768

Baugeraden natürlicher Achsenble

Stufe	bei + 90°			bei + 20°			bei - 10°		
	1. Reihe	6. Reihe	Gesamtmenge	1. Reihe	6. Reihe	Gesamtmenge	1. Reihe	6. Reihe	Gesamtmenge
1	379	265	1912	128	120	760	0,1	4,3	25
2	299	101	1050	20	0,6	26	0	0,5	0,9
3	399	325	2123	126	119	756	3,8	9	52
4	355	181	1517	90	81	529	0	1,3	4,5
5	409	349	2232	122	117	741	0,6	4,4	25
Gemisch 1 - 5	378	243	1807	81	22	265	0,1	2	12
Gemisch 1 - 5 + 12% Ester	511	359	2525	121	52	461	0,8	3,4	22
Gemisch 1 - 5 + 10% Geseh	433	240	1980	152	141	901	11	18	114

54694

5 t und sind heute bei 50 tOte angekommen.

Ein zweites Einsatzgebiet für unsere Ester fanden wir bei der Reichsbahn. Hier galt es für den Osten ² haltbare Achsenöle zu schaffen, die Achsenöle zu entwickeln die bei -40° ein gutes Saugvermögen im Schmierpolster der Güterwagen besitzen; denn von der guten Saugleistung des aus Kunstseidenfäden bestehenden Schmierpolsters der Güterwagen hängt die einwandfreie Schmierung der Achsenlager und damit die Ablaufgeschwindigkeit der Wagen vom Verschiebberg der Güterbahnhöfe ab. Läuft der Güterwagen im Winter nicht die notwendige Schienenstrecke ab, so erfordert das Aufeinandernehmen und Zusammensetzen von Güterwagen einen grossen Lokomotivpark, der für diesen Zweck nicht vorhanden ist. Die Achsenöle, welche bisher bei der Reichsbahn benutzt wurden, bestehen aus den Abfallprodukten der Erdöl-Raffinerien.

Das nächste

Bild 40 (Nr. 50 764)

zeigt die Zusammensetzung der mineralischen Achsenöle. Man sieht sie enthalten nur etwa 50-60% richtige Schmieröl-Kohlenwasserstoffe, das Übrige sind unerwünschte Fremdkörper verschiedener chemischer Zusammensetzung.

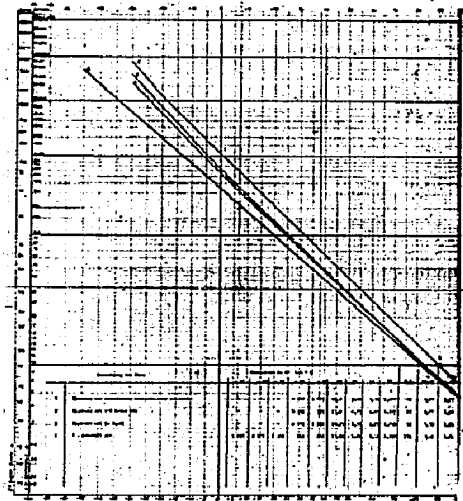
Das Bild

Bild 41 (Nr. 50 765)

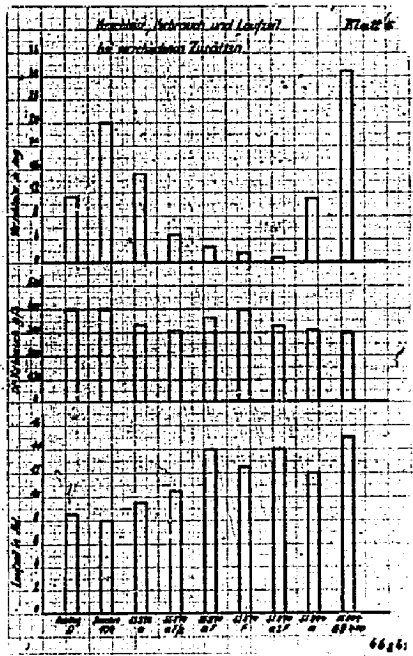
zeigt das Viskositäts-Temperatur-Verhalten dieser Öle. Man sieht die starken Unterschiede in der Viskositätshöhe bei -25 und -30° . Man sieht ferner beim Vergleich der Mischungen der Öle untereinander, siehe 6 und 7, bzw. 8, 9 und 10, daß sich die Öle gegenseitig sehr stark beeinflussen. Wir versuchten zunächst durch Zugabe eines Esters die Öle zu verdünnen und damit ihre Kälteverhalten zu verbessern. Es gelang auch auf diese Art und Weise die Viskositäten bei tiefen Temperaturen stark herabzusetzen, jedoch das Saugverhalten im Schmierpolster konnte durch diese Massnahme, wie das folgende

Bild 42 (Nr. 54 594)

zeigt, nicht in dem gewünschten Ausmass verbessert werden. Ein Zusatz von Gasöl wirkt hier besser, wie besonders das Saugverhalten bei -40° zeigt. Die Wirkung des Gasöles beruht darauf, daß dieses in der Lage ist, Paraffin und die übrigen Fremdkörper wie Harze und Asphalte gut zu lösen, während der Ester dieses nicht vermag. In dem Temperaturgebiet aber, in dem der Ester mit den Kohlenwasserstoffen und diesen Stoffen mischbar ist, machen sich seine hohen



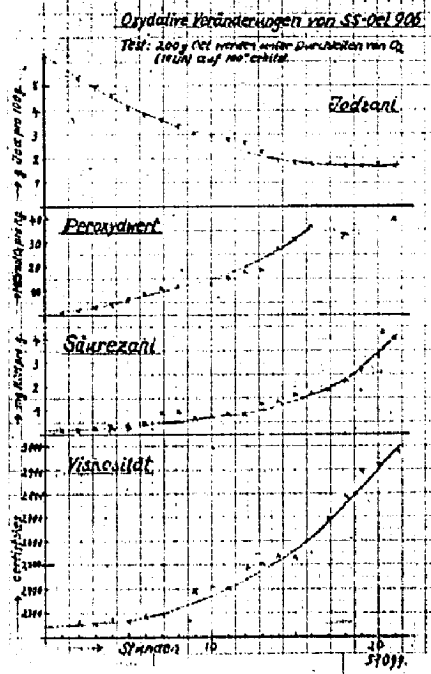
3700. f. v. 21.2.26



6646

Vers.Nr.	SS 970 = SS 904 + Kieselsäure, 1 : 1 mit Zusatz eines Katalysators	Laufzeit in Stunden	Verfärbung am Laufzeit gegenfärbung	Chlorverbrauch g/Std.	Fließgeschw. cm ³ /Min. bei 29°	V.L.
464	SS 970 a	8,5		408	2,95	53
476	SS 970 a	11	29 %	360	3,50	115
474	SS 970 a + 5 % Z	10,5	23 %	310	3,25	109
472	SS 970 a + 10 % Z	16	65 %	332	3,05	109
500	SS 970 a + 20 % Z	16	45 %	330	2,50	105
475	SS 970 + 10 % Z	18,5	41 %	409	3,09	110
470	SS 904 a	12	41 %	310	3,00	114
518	SS 904 a + 10 % Z	19,5	129 %	400	2,68	114
524	SS 904 a + 20 % Z	23,0	170 %	405	2,54	112

4575



Kapillarkräfte bemerkbar, wie das erhöhte Saugvermögen bei $+50^{\circ}$ zeigt. Wir haben nun das Problem in der Weise gelöst, daß wir eine Mischung von etwa 40 Teilen eines Adipinsäure-Esters mit etwa 60 Teilen eines synthetischen Kohlenwasserstofföles zusammengaben. Diese Mischung war auch bei tiefen Temperaturen vollkommen homogen, wie der geringfügige Verzicht der Viskositäts-Temperaturkurve unseres Y-Achsenöles auf dem nächsten

Bild 43 (Nr. 57 100)

in Vergleich mit den natürlichen Achsenölen lehrt. Die erforderlichen Kohlenwasserstoff-Komponente gewinnen ^{Wir} durch eine Nachpolymerisation derjenigen Kohlenwasserstoffe, die beim Zersetzen des Aluminium-Chlorid-Schlammes der SS 956-Produktion anfallen. Durch einen Entscheid des Herrn Reichministers Dr. Dornpüller vom März vorigen Jahres soll bis zum Jahre 1945 der gesamte Wagenpark der deutschen Reichsbahn auf dieses Öl umgestellt werden. Diese Umstellung wird zur Folge haben, daß in der deutschen Erdölindustrie etwa 50 000 Tons Erdöl Produkte für andere Verwendungszwecke freigemacht werden können.

Zus Schluss komme ich nun auf das wichtigste Anwendungsgebiet der Synthese, das Gebiet der Motorenschmierung, das Ausgangspunkt für alle unsere Arbeiten gewesen ist.

Auf dem folgenden

Bild 44 (Nr. 46 841)

ist die Auswirkung eines 25%igen Esterzusatzes zu einem Kohlenwasserstoff-Flugmotoröl gezeigt. Man erkennt einmal die Verlängerung der Laufzeit durch den Esterzusatz, ferner die starke Verminderung des Verschleißes an den Kolbenringen. Auch bei dem synthetischen Öl Nr. SS 904 wird, wie das

Bild 45 (Nr. 45 115)

darstellt, eine wesentliche Verbesserung der Motorenlauftzeit durch den Esterzusatz erreicht. Wichtig ist aber, daß auch bei Esterzusatz ein Inhibitor zugegen ist, wie der Vergleich der Versuche 475 und 530 lehrt. Die Bedeutung des Inhibitorzusatzes fanden wir vor etwa 8 Jahren, zwar durch motorische Versuche. Erst in der letzten Zeit ist es uns gelungen, die Wirkung dieser Stoffe etwas näher kennen zu lernen.

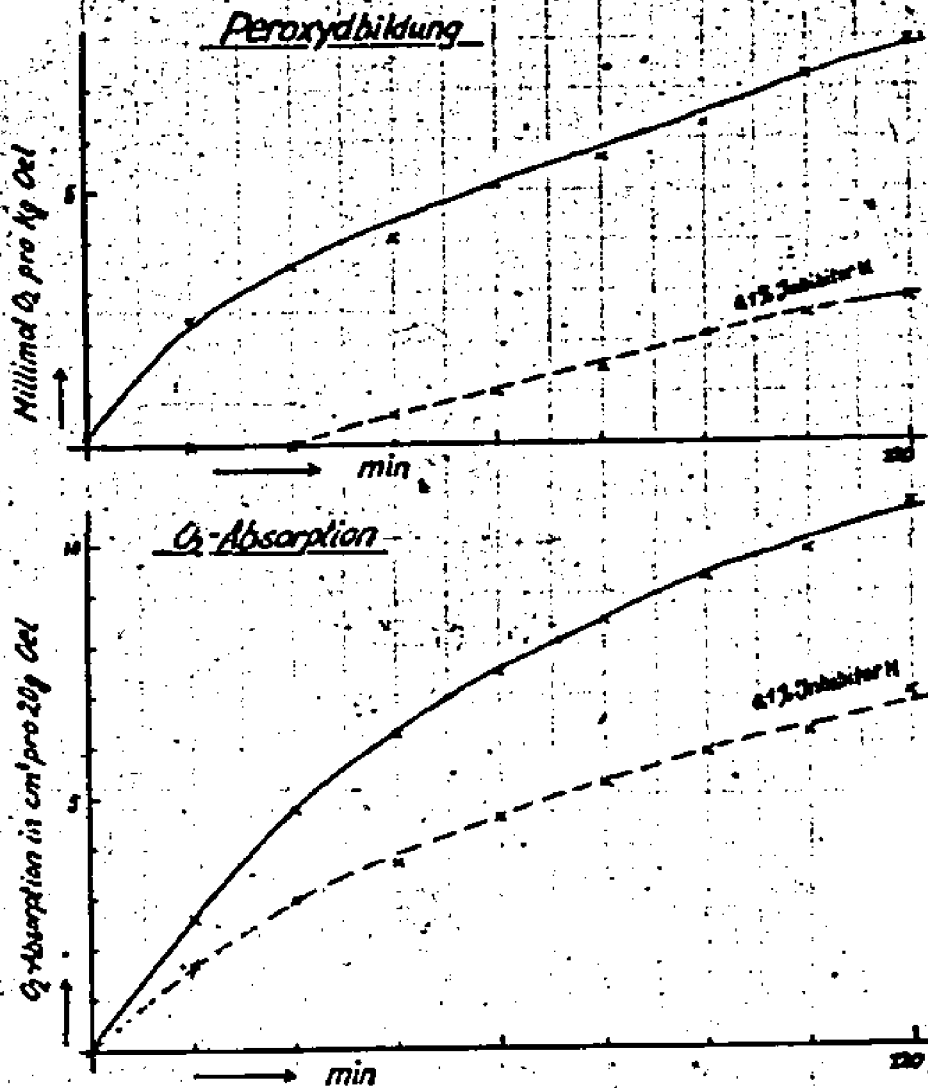
Auf dem nun folgenden

Bild 46 (Nr. 57 093)

wird die Einwirkung von Sauerstoff auf unser Synthesöl SS 906 gezeigt.

Oxydative Veränderungen von SS-Oel 906

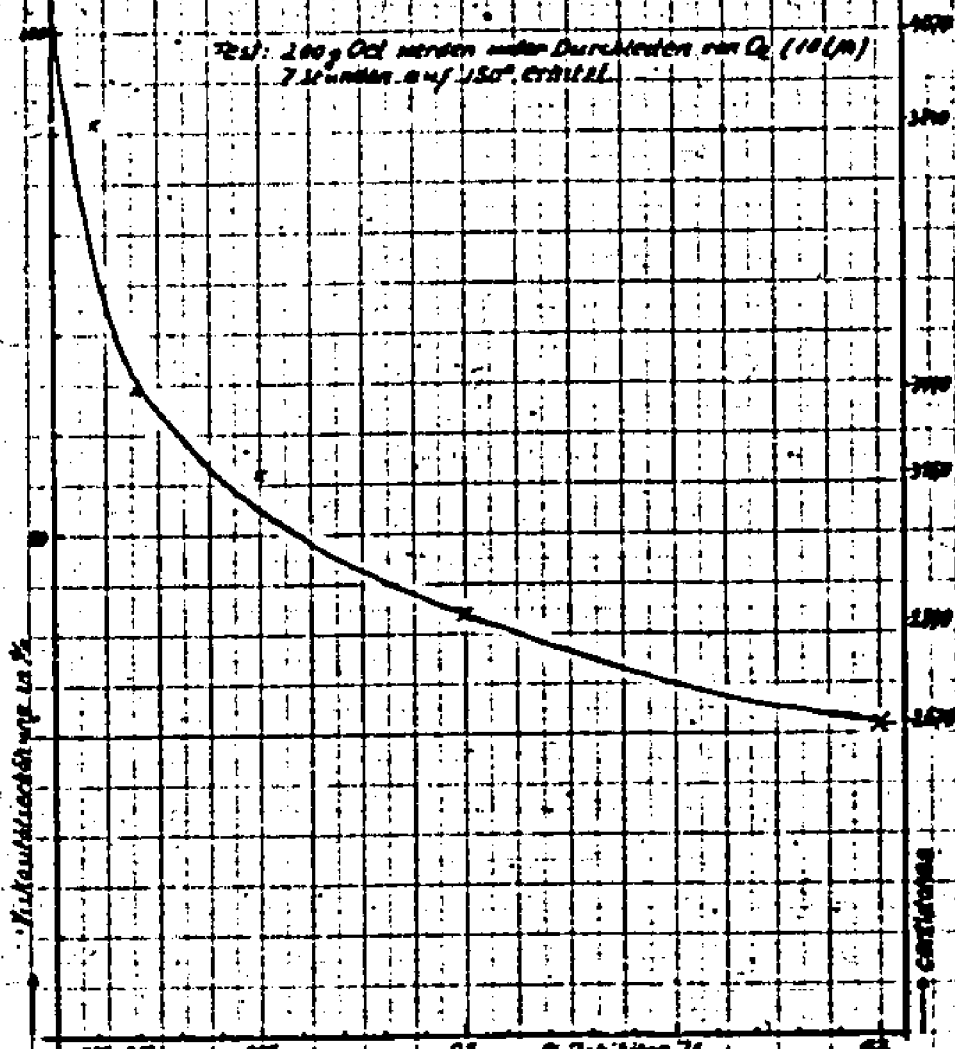
Test: 20g Oel werden in O_2 -Atmosphäre unter intensiver Rührung mit UV-Licht bestrahlt. Temp 40°



Oxydative Veränderungen von SS-Öl 906

Abhängigkeit der Viskositätssteigerung vom Inhibitor-Gehalt

Test: 100 g Öl werden unter Durchleiten von O₂ (10 l/h) 7 Stunden auf 150° erhitzt.



Diese von Herrn Dr. Fiedler begonnenen und von Herrn Dr. Raichle jetzt fortgeführten Versuche lehren, daß das Öl SS 906 Sauerstoff aufnimmt unter der Bildung von Peroxyden. Gleichzeitig nimmt mit steigendem Peroxyd-gehalt die Zähigkeit ab, die Säurezahl zu und ganz stark die Viskosität zu. Besonders das Letztere ist eine sehr unangenehme Erscheinung, wenn man die Aufgabe hat, ein kältebeständiges Öl entwickeln zu müssen; denn von einem kältebeständigen Öl muss man verlangen, daß es auch beim Verbrauch seine Viskosität nicht ändert. Denn wenn durch den Verbrauch, also durch oxydative Einwirkung, eine derartige Viskositätssteigerung eintritt, dann geht damit die Kältebeständigkeit verloren. Wir suchten also nach Stoffen suchen, die die Ursache der Eindickung, das ist die Peroxydbildung, vermeiden bzw. vermindert. Im Silber fanden wir einen Stoff, der, wie das

Bild 47 (Nr. 57 095)

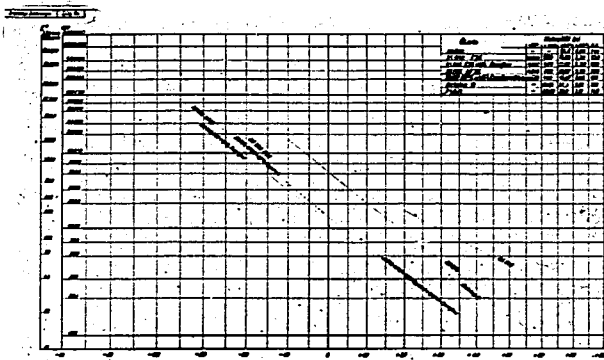
zeigt, die Sauerstoffaufnahme und damit die Peroxydbildung sehr stark vermindert, wenn auch nicht vollständig beseitigt. Wir verwendeten dieses Silber in Form eines Salzes vom Diisobutylphenoleulfid. Es hat sich bei diesen Untersuchungen gezeigt, daß nicht jede organische Silberverbindung gleich wirksam ist.

Auf dem

Bild 48 (Nr. 57 091)

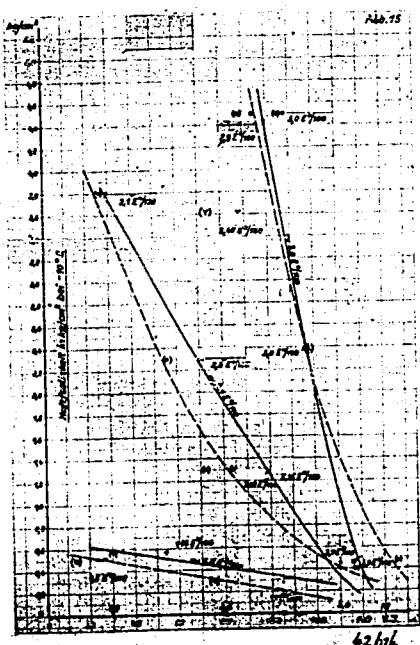
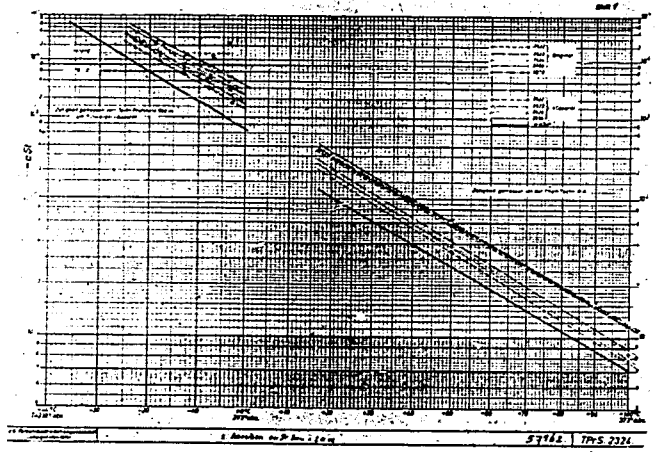
ist die Abhängigkeit der oxydativen Viskositäts-Erhöhung von Inhibitor-gehalt dargestellt. Man erkennt, daß ein Zusatz von 0,2% dem Viskositätsanstieg um etwa die Hälfte vermindert. Bei der motorischen Prüfung dieses Inhibitors konnte die Laufzeit um 100% verbessert werden und gleichzeitig die Lackbildung auf der Kolbenfläche erheblich herabgesetzt werden. Gleichzeitig wurde die Viskositäts-erhöhung des Öles im Gebrauch ebenfalls stark herabgesetzt. Besonders wichtig an diesen motorischen Versuchsergebnissen ist die Herabsetzung der Lackbildung, wir wissen, daß diese Lacke hoch sauerstoffhaltige Stoffe sind. Wir können jetzt vermuten, daß die primäre Ursache ihrer Bildung die Peroxydwirkung ist. Praktisch wirkt sich die Herabsetzung dieser Lackbildung dahin aus, daß die Überholungszeiten der Motore heraufgesetzt werden können, d.h. es kann an Bodenpersonal eingespart werden.

Ein Ziel der Schmierstoffforschung muss sein, Öle zu entwickeln, die überhaupt keine Verunreinigungen an irgend welchen Triebwerksteilen hervorrufen und damit den Schmierstoff zu einem Bestandteil des Motors werden lassen. Hier kann die in das Gebiet der organischen Katalyse fallende Inhibitor-Forschung entscheidende kriegswichtige Beiträge liefern.

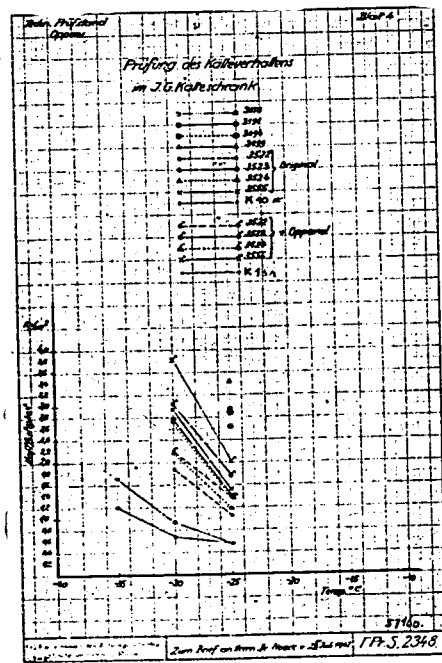


52270

M - 2



42.616



Prüfung des Kälteverhaltens
im 2. Kapteichrank

- 3000
- 3200
- 3400
- 3600
- 3800
- 4000
- 4200
- 4400
- 4600
- 4800
- 5000
- 5200
- 5400
- 5600
- 5800
- 6000
- 6200
- 6400
- 6600
- 6800
- 7000
- 7200
- 7400
- 7600
- 7800
- 8000
- 8200
- 8400
- 8600
- 8800
- 9000
- 9200
- 9400
- 9600
- 9800
- 10000

37160

Zum Prüf. von Herrn Dr. ... 177-S. 2348

Das nächste:

Bild 49 (Nr. 32 370)

zeigt den gegenwärtigen Stand der Entwicklung eines Kälte-Flugmotor-Öles. Das Ziel dieser Entwicklung muss sein, ein Öl zu schaffen, das bei -40° nicht mehr als 2000 E° aufweist. Auf dem Gebiet der Autoöle gibt das nächste Bild den gegenwärtigen Entwicklungsstand wieder:

Bild 50 (Nr. 57 152)

Mit dem hier dargestellten Öl konnte im vergangenen Winter eine SS-Division im Osten ohne Kälteschwierigkeiten fahren. Die Aufgabe, die uns hier die Autoindustrie stellt, deren Lösung wir anstreben sollen, ist ein Öl mit einer Maximal-Viskosität von etwa 1000 E° bei -40° .

Auf dem folgenden

Bild 51 (Nr. 42 614)

ist der Zusammenhang zwischen dem Viskositäts-Temperaturverhalten und der Haftfestigkeit dargestellt. Die Haftfestigkeit ist ein Maß für diejenige Kraft die aufgewandt werden muss, um eine in Öl getauchte Welle in der Kälte in Bewegung zu setzen. Sie wird gemessen in einer von technischen Prüfstand Oppan entwickelten und von der Luftwaffe allgemein eingeführten Apparatur. Man erkennt auf dem Bilde, wie mit der Erhöhung der Viskosität die Haftfestigkeit stark zunimmt. Will man bei hochviskosen Ölen die geringen Haftfestigkeitswerte von niedrig viskosen Ölen erreichen, so muss das Viskosität-Temperaturverhalten, gekennzeichnet durch den Richtungsfaktor n , sehr stark verbessert werden. Es müssen n -Werte von 3,0 und darunter erreicht werden. Zur Zeit liegen wir bei 3,2.

Auf dem folgenden

Bild 52 (Nr. 57 160)

zeige ich Ihnen die zugehörigen Haftfestigkeitswerte unseres gegenwärtigen Kälteautoöles. Man erkennt, dass dieses bei -35° die gleiche Haftfestigkeit hat, wie das bisher beste mineralische Wehrmacht-Winteröl bei -35° . Wir sind also dem gesteckten Ziel schon sehr nahe gerückt.

Erschwert werden jetzt in Kriege alle diese Entwicklungsprobleme noch dadurch, dass die Rohstoffe, die für die Problemlösungen benötigt werden, mangelhaft immer knapper und knapper werden. Wir müssen daher unsere synthetischen Arbeiten auch zur Lösung von Rohstoffproblemen einsetzen. Das ist in der letzten Zeit geschehen durch die Wiederaufnahme der im Jahre 1950 begonnenen Mischpolymerisationsarbeiten. Wir haben damals zeigen können, dass man eine von Paraffin, Asphalt und Harzen befreite Schmelzfraktion eines Erdöles dadurch veredeln kann, indem man sie zusammenbringt mit dem

Nr.	<u>Ölart</u>	Laufzeit - Verbesserung gegenüber Stanave.
1	Schmieröldestillat aus Kienhagener Öl mit $AlCl_3$ raffiniert + SS 1100 1 : 1	25 %
2	Mischpolymerisat aus dem obigen Kienhagener Öl und Paraffinackprodukt 1 : 1	40 %
3	Kienhagener - Schmieröldestillat mit Propan behandelt dann mit $AlCl_3$ raffiniert und gemischt mit SS 1100 1 : 1	25 %
4	Kienhagener Schmieröldestillat mit Propan behandelt mischpolymerisiert mit Paraffinackprodukt 1 : 1	100 %

45174

Produkt	Verwendung auf dem Schmierstoff-Gebiet
Methanol	Zersetzung des $AlCl_3$ - Schlammes der 13-Oel-Synthese
Isobutylalkohol	Esteröl
Diisobutylen	i-C ₃ -Alkohol
Höhere Isobutylalcoholalkohole	Esteröle
Carbonsäuren	
Trimethyloläthan	Esteröle
Äthylen	35 900 - Schmieröle
Amine	
Zersäure	
Phenol	Inhibitoren r. s. u.
Cyclohexanol	Uhrenöle
Adipinsäure	Esteröle
Kresole	Esteröle
Methylglyoxalhydrat	
Methyldipinsäure	
Methyluran	Korrosionsschutzester
Mersol	
Essigsäure	
Methylsulfoessigsäure (MS)	

57773.

tigen Rohpolymerisaten von Paraffin-Krack-Produkt-Polymerisaten. Dabei treten die in Mineralöl vorhandenen reaktionsfähigen Kohlenwasserstoffe in Reaktion mit den Paraffin-Krackprodukt-Polymerisaten, wobei sie alkyliert, polymerisiert und isomerisiert werden und man erhält ein Mischpolymerisat das in seinen motorischen Eigenschaften, wie das folgende

Bild 53 (Nr. 45 174)

zeigt, der rein physikalischen Mischung aus Syntheseprodukt und Mineralölraffinat überlegen ist. Dieses Verfahren haben wir übertragen im letzten Jahr auf die Äthylen-Polymerisation mit dem gleichen Erfolg und planen nun den Bau einer Raffinerie in Kocsbörhaza, in der die Vereinigung der Verarbeitung von Naturprodukten mit Synthese-Produkten technisch realisiert werden soll. Damit kommt das im Jahre 1930 aufgefundene und zum Patent angemeldete Verfahren endlich zum praktischen Einsatz. Wir wollen an den Bau dieser Donauraffinerie ferner den Wunsch knüpfen, daß dort nicht nur auf der Schmierstoffseite die Vereinigung von Natur und Synthese vollzogen wird, sondern daß dort auch auf der Treibstoffseite sich beide die Hände reichen mit dem Ziele, die Ausnutzung des Naturproduktes immer vollkommener zu gestalten.

In dem nun folgenden Schlussbild möchte ich kurz zusammenfassend zeigen, welchen Einfluss die Schmierstoffforschung bis jetzt auf die Ausgestaltung der Produktionen unserer organischen Abteilung gewonnen hat. Sie sehen auf diesem

Bild 54 (Nr. 57 173)

daß bis auf zwei Stoffe alle Produktionen unserer Abteilung für das Schmierstoffgebiet dienstbar gemacht werden konnten.

Das "neckische Spiel" ist aus ~~der wertvollen Aufgabe~~ ~~der wertvollen Aufgabe~~ ~~der wertvollen Aufgabe~~ zielbewusste Forschungsarbeit den Schmierstoffen abgewandt. Für die Zukunft wollen wir hoffen, daß die bisherige Forschungs- und Entwicklungsarbeit zum Wohle unseres Vaterlandes beibehalten werden kann, denn nur Dank dieser Arbeiten gelangen uns die Lösungen vieler Kriegsprobleme.