

64

E 10 IV 291/40

Erprobungsstelle der Luftwaffe  
Rechlin

Rechlin, den 16. November 1944

Br.B.Br. 2.16.13 / 44 Gsch.

**Geheim**

G e h e i m

Z u s a m m e n f a s s u n g

Für das Jumo 004 - TL - Gerät ist anstelle der bisher verwendeten Mischung 50/50 Rotring/Fl.-Drucköl das kältemässig mindestens gleichwertige Schmieröl VS 1 der Leunawerke einsetzbar.

Die entsprechenden Entwicklungsöle VS 2 der Rhenania-Ossag sind kältemässig etwas schlechter als VS 1, vor allem aber noch hinsichtlich ihrer Wirkung auf Gummiverkettstoffe verbesserungsbedürftig.

Das BMW 003 - TL - Gerät, das bisher in Rechlin mit Flugmotorenöl S 3 (Rotring) betrieben wurde, muss nach Abstellung der bisherigen Mängel (starke Leckverluste bei den dünnflüssigen Ölen) ebenfalls auf VS 1 umgestellt werden.

Bearbeiter:

Gesehen:

... *Sachs* ... Sachbearbeiter

Oberstleutnant und Kommandeur

..... H.Sachbearbeiter

- 1 x OKL-Chef TLR/Fl.E 10/IV B
- 2 x OKL-Chef TLR/M2
- 1 x OKL-Chef TLR/Fl.E 3
- 1 x DVL, Institut für Betriebsstofforschung
- 1 x Rhenania-Ossag, Hamburg (Dr. Seeles)
- 1 x Leuna-Werke, Merseburg (Dr. Zorn)
- 1 x Intava, Hamburg (Dipl. Ing. Borchert)
- 1 x Jumo, Dessau, OMW (Dr. Franz)
- 1 x BMW, Spandau (Dr. Oestrich)
- 1 x E 3 (Stabsing. Dietrich)
- 1 x E 3 (Stabsing. Dr. Schmachtenberg)
- 1 x E 10

Dieser Bericht umfasst:

- 5 Blatt Text
- 2 Blatt Tabellen
- 3 Blatt Kurven

Bearbeitet:	Geprüft:	Geprüft:	Gesehen:
E 10 IV: Sachs	E 10 IV: <i>Sachs</i>	E 10:	J:
E 10 IIA: Heinrichs	E 10 II: <i>Dr. Reuter Dr. Giesemann</i>		E 3: <i>J.A. Meyer</i>

### A. A u f g a b e

Es sind die für TL-Geräte vorgesehenen Schmierstoffe insbesondere hinsichtlich ihres Kälteverhaltens und ihrer Wirkung auf Gummi-Werkstoffe für Schläuche und Dichtungen laboratorienmässig zu untersuchen.

### B. Schmierstoffe

Bisher wurde in den Juno-TL-Geräten 004 als Schmierstoff eine Mischung 50/50 Vol.-% Rotring/Fl.Drucköl verwendet. Diese Mischung ist wesentlich dünnflüssiger und damit kältebeständiger als das für Flugmotoren verwendete S 3 (Rotring), so dass für TL-Geräte das Kaltstartverfahren (Zumischung von Kraftstoff zum Schmieröl) höchstwahrscheinlich nicht notwendig sein wird.

Als zukünftige Schmierstoffe für TL-Geräte wurden nun auf gleicher Viskositätsbasis folgende Öle entwickelt:

- 1.) VS 1 der Leuna-Werke (72/25/3 % Ester/SS 903/KSE)
- 2.) VS 2 (7093) der Shell (Edeleanu-Raffinat)
- 3.) VS 2 (7094) der Shell ( $H_2SO_4$ -Raffinat + Voltol)
- 4.) VS 3 der Intava wurde bisher nicht geliefert.

### C. E r g e b n i s

Der Schmierstoff VS 1 der Leuna-Werke besitzt etwa die gleiche Kältebeständigkeit und den gleichen Quelleinfluss auf Schlauchwerkstoffe und Dichtungen wie das bisher im Juno 004-TL-Gerät verwendete Gemisch 50/50 Rotring/Fl.Drucköl. Es bestehen deshalb keine Bedenken, den Schmierstoff VS 1 für die Juno-TL-Geräte allgemein zuzulassen. Bei der Motoren-Abteilung E 3 Rechlin ist VS 1 bisher 14 Stunden ohne Anstände geflogen worden; die Firma Junkers hat VS 1 bereits im Oktober zugelassen (für Normaltemperatur)

Die beiden von der Rhenania-Ossag hergestellten Versuchsöle VS 2 besitzen zwar eine etwas schlechtere, aber praktisch wahrscheinlich noch ausreichende Kältebeständigkeit. Hinsichtlich ihrer Quellwirkung auf Gummiwerkstoffe müssen sie noch verbessert werden.

Die Versuche der Motoren-Abteilung E 3 über die tiefsten Temperaturen, bis zu denen vorstehende Öle ein Anlassen und Weiterbetrieb gestatten, sind noch nicht abgeschlossen. Wenn man aber aus den für Otto-Motoren vorliegenden Erfahrungswerten Rückschlüsse ziehen darf, so dürften alle vorher angeführten Öle bis wenigstens  $-30^{\circ}C$  kältebeständig sein.

Im EKW 003-TL-Gerät ist bisher in Rechlin Flugmotorenöl S 3 (Rotring) verwendet worden. Bei dem dünnflüssigeren Gemisch 50/50 Rotring/Fl.Drucköl traten nach Mitteilung von E 3 wegen mangelhafter Labyrinth-Dichtungen derartig grosse Leckverluste auf, dass bei den verhältnismässig kleinen Ölbehältern die Flugdauer wesentlich verringert werden würde. E 3-Rechlin ist dabei, diese Anstände zu beseitigen, um VS 1 auch für das EKW-Gerät verwenden zu können.

D. Versuchsdurchführung

1.) Analysen

Die Analysen der Schmieröle enthält Anlage 1. Die Flammunkte besonders von VS 1, aber auch der beiden VS 2-Öle liegen höher als derjenige der bisher verwendeten Mischung, was nur vorteilhaft sein kann. Der Conradson-test ist höher als der der anderen Öle; bei der geringen thermischen Beanspruchung der Öle im TL-Gerät (Schmierstoff-Temperatur im Junco 004-Gerät im Sommer maximal 70 - 90°C) dürfte diese höhere Verkokungseigung des VS 1 aber ohne grosse Bedeutung sein, zumal da dies Öl ja nicht zur Schmierung sehr heisse werdender Kolben und Zylinder wie im Otto-Motor zu dienen braucht.

2.) Kälteverhalten

Besonders eingehend wurde das Kälteverhalten nach verschiedenen Methoden geprüft.

Der Stockpunkt ist ja bekanntlich ein sehr mangelhaftes Kriterium.

Dagegen geben wirkliche gemessene (und nicht nur extrapolierte) Kälteviskositäten ein für die technische Praxis ausreichendes Bild über das Fließvermögen auf der Saugseite der Pumpe und den Anlasswiderstand. Anlage 2 zeigt die Viskositätskurven des VS 1 und der Mischung 50/50 Fl.Drucköl/Rotring; während die Mischung bis etwa -25°C etwas weniger zähflüssig als VS 1 ist, ist erstere bei -30°C schon wesentlich viskoser. Die bis -25°C annähernd lineare Viskositätelinie weicht stark nach oben ab; d.h. es treten Ausscheidungs- oder Kristallisations-Erscheinungen auf, die das Kälteverhalten so stark verschlechtern, dass z.B. bei -40°C im Gegensatz zu VS 1 keine einwandfreie Viskositätsmessung mehr möglich ist.

Anlage 3 enthält die Viskositätelinien von VS 1 und der beiden VS 2 - Öle. Man erkennt, dass VS 1 die günstigste, d.h. am wenigsten steil verlaufende Viskositäts-Temperatur-Linie besitzt. Am steilsten ist die Kurve des E-Raffinates VS 2 (7093). Das VS 2 (7094) hat wahrscheinlich wegen des Voltolzusatzes einen etwas günstigeren Kurvenverlauf als das E-Raffinat; seine Kältebeständigkeit nimmt aber bei tieferen Temperaturen sehr schnell ab, so dass es bei -35°C bereits schlechter als VS 2 (7093) ist.

Das Fließvermögen der Öle des Öle in der Kälte wurde ferner noch mit einer von E 10 - Rechlin entwickelten Apparatur gemessen. Diese besteht im wesentlichen aus zwei durch ein enges Rohr verbundenen Gefässen. Aus dem ersten Gefäss wird das Öl in das zweite Gefäss, in dem (entsprechend den mittleren Laufverhältnissen von Zahnrumpfen) ein Unterdruck von ca. 400 mm Hg herrscht, hindübergelassen. Gemessen wird die Fördermenge in Lit/Std., abhängig von der Öltemperatur.

Zur Auswertung der mit dieser Apparatur gemessenen Werte wurde die praktische Erfahrung zugrunde gelegt, dass der Schmierstoff Rotring bis etwa 0°C in den bisherigen Otto-Flugmotoren verwendungsfähig ist. Dabei beträgt die Fördermenge in der Prüfapparatur 6,2 Lit/Std. Ein anderes Öl ist also bis zu derjenigen Temperatur als kältebeständig zu betrachten, bei der es noch diese Mindest-Fördermenge besitzt. Die Messergebnisse zeigt Anlage 4 oben, wo auch Rotring D vergleichsweise mit angegeben ist. Man sieht, dass die Entwicklungsöle VS 1 und VS 2 im Mittel um etwa 30°C kältebeständiger als Rotring sind.

In gleicher Weise kann man auch die Viskositätsmessungen (Anlage 2 und 3) auswerten. Als kritische Viskosität ist entsprechend diejenige von Rotring bei 0°C, nämlich 6300 c St - 830 E anzusehen. Die verschiedenen Schmierstoffe

sind also bis zu derjenigen Temperatur als kältebeständig zu betrachten, bei der sie obige Viskosität erreichen.

Damit ergeben sich folgende relative Kältebeständigkeiten:

	Rotring D	VS 2 (7093)	50/50 % Rotring/ Drucköl	VS 2 (7094)	VS 1
nach Viskositäts- messung	0°C	-27°C	-29°C	-30°C	-33°C
nach Fördermengen- messung	0°C	-28,5	-	-30,5°C	-32,5°C

Beide Messverfahren führen also zu einem praktisch gleichen Ergebnis; d.h. die Apparatur zu Fördermengenmessung ist im Grunde auch nichts anderes als ein Viskosimeter.

Nun beruhen die vorstehenden Betrachtungen auf den praktischen Erfahrungen des Otto-Flugmotors. Wahrscheinlich sind aber die Kälte-Anforderungen der TL-Geräte an das Schmieröl weniger hoch. Es ist also anzunehmen, dass die VS-Schmieröle nicht nur bis rd. -30°C, sondern noch bis zu tieferen Temperaturen kältebeständig sind. Die endgültige Entscheidung darüber können natürlich nur die z.Z. bei der Motoren-Abteilung E 3 laufenden praktischen Kälteversuche in TL-Geräten bringen.

Im Übrigen sei noch darauf hingewiesen, dass durch Generalstab, 6. Abtlg. festgelegt worden ist, dass eine Kältebeständigkeit der Kraftstoffe bis nur -25°C gefordert wird und dass es deshalb keinen Sinn hat, an den Schmierstoff höhere Kälteanforderungen zu stellen.

Eine weitere, durch die Viskositätsmessung oder die Stockpunktsbestimmung nicht erfassbare Kälteeigenschaft ist die Ölpfropfenbildung in Rohrleitungen usw., die durch hies ebenfalls von E 10-Rechlin entwickelte Messapparatur bestimmt wurde. Diese besteht aus einem engen Röhrchen, in dem sich ein Pfropfen des erstarrten Öles befindet. Gemessen wird der Pressluftdruck, der erforderlich ist, um den Ölpfropfen herauszuschleudern.

Auch für diese Apparatur war und zwar durch Kühler-Freidrück-Versuche eine Beziehung zur Praxis des Otto-Motors aufgestellt worden, wonach in dieser Apparatur als Kriterium für die Kältebeständigkeit hinsichtlich Pfropfenbildung ein Druck von 0,5 at zugrunde zu legen ist. Wie aus den in Anlage 4 unten angegebenen Versuchsergebnissen hervorgeht, ist VS 1 in dieser Hinsicht bis etwa -60°C, die anderen Öle bis etwa -50°C als kältebeständig anzusehen.

### 3a) Quellverhalten von Gummi-Werkstoffen.

Durch Einlegen von Gummi-Proben in den verschiedenen Schmierstoffen wurde die Quellung und Veränderung der Shore-Härte gemessen. Die Messungen wurden - entsprechend dem bei Motorenölen üblichen Verfahren - über 100 Stunden bei 140°C durchgeführt. Als Werkstoffe wurden die früher für Betriebsstoff-Schlächte verwendete Gummi-Qualität Flw. 5343.7 (Perbunan + Buna S) und

07558

Rochlin B 10

Schmierstoffe für TL - Geräte

Teilbericht 20

Erpr. 8017 (B)

Blatt 5

die infolge des Perbunan-Engpasses neu eingeführte Qualität Flw. 5543.7(U) (Buna S) aufgrund gelegt; letztere erfährt wegen des fehlenden Perbunans durchweg grössere Quellungen und Abnahmen der Shorehärte (Erweichungen).

Die Ergebnisse der Quellversuche sind aus Anlage 5 ersichtlich. Zum Vergleich sind noch die Werte für Eichschmierstoff (Rotring) und Eichkraftstoff (50/50 Benzin/Benzol) angegeben.

Man sieht, dass alle Versuchsöle wesentlich stärkere Quellungen und Erweichungen hervorrufen als der Eichschmierstoff (Rotring). Diese sind aber für den Schlauch, dessen tragender Teil das Gewebe ist, noch als praktisch unbedenklich anzusehen, soweit die Werte für Eichkraftstoff nicht überschritten werden, bei dem auch sehr starke Quellungen und Erweichungen auftreten.

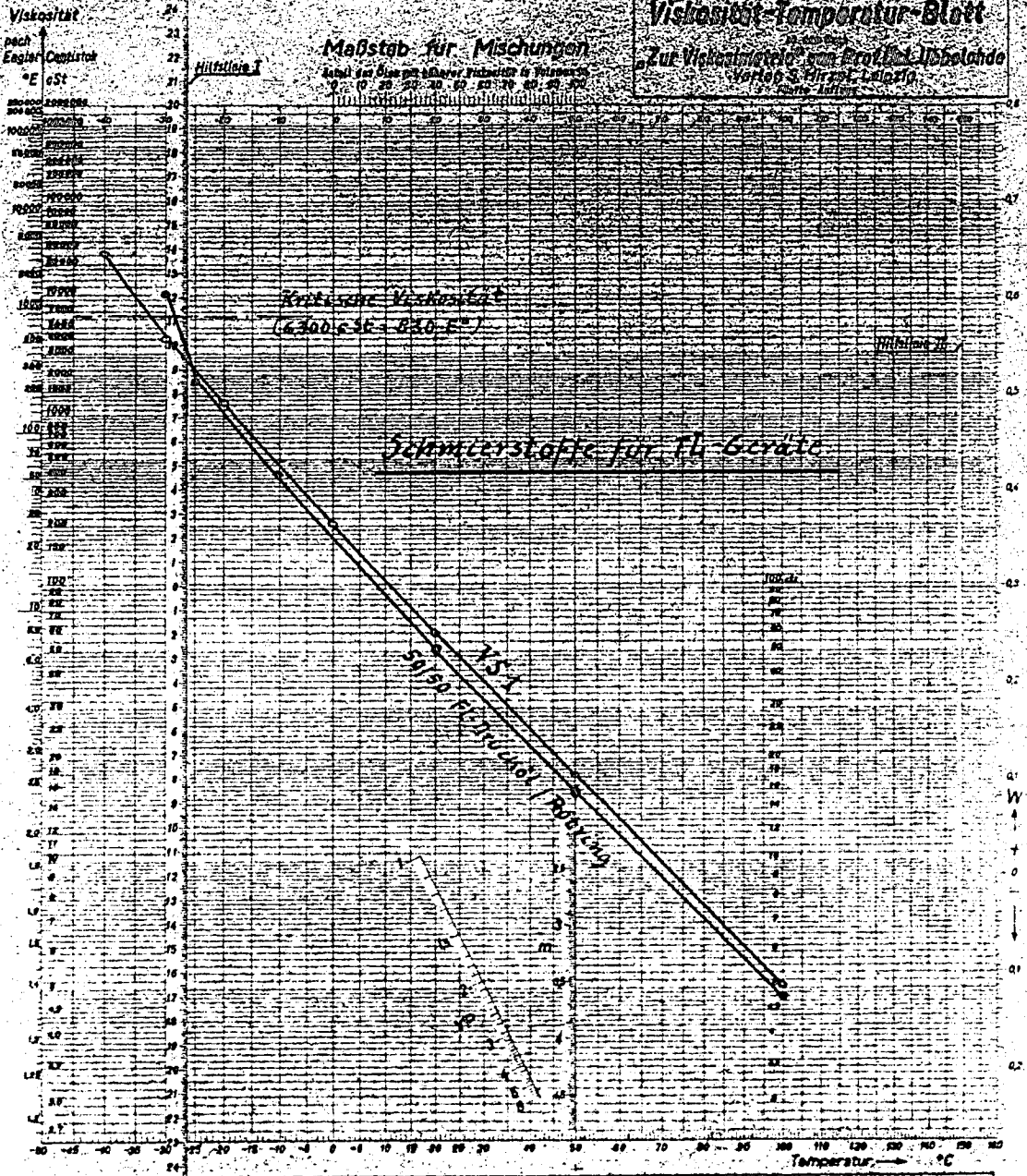
Nach diesen Gesichtspunkten können also die Quellungen und auch die Erweichungen in 50/50 Yol.% Pl.Drucköl/Rotring und VS 1 noch als erträglich angesehen werden. Dagegen ist die Abnahme der Shorehärten der neuen Schlauchqualität in den beiden VS 2-Qualitäten doch recht hoch. Eine Verbesserung wäre erwünscht, was den Herren Dr.Seeles und Dipl.Ing. Rösner von der Rheinanz-Ossag bereits mündlich mitgeteilt wurde.

Die im Motorenbau üblichen Gummiwerkstoffe für Dichtungen werden sich ähnlich verhalten wie die Schlauchwerkstoffe und wurden deshalb, besonders geprüft.

Da die TL-Geräte keine geschützten, sondern metallische <sup>Wälzl</sup> Ölbehälter besitzen, erübrigte sich die Untersuchung der Behälterbaustoffe.

Tafel 1 Analysen der Schmierstoffe

Hersteller	Shell/Intava	Leunawerke	S h e l l	
Schmieröl	50/50 Vol. % Fl. Drucköl 0435 Rotring D-Eichöl	VS 1	VS 2 (7093)	VS 2 (7094)
Rechl. Muster-Nr.	142	54	76	77
Farbe	-	hellbraun	grün	gelb-braun
Brechung n <sub>D</sub> <sup>20</sup>	1,4818	1,4594	1,4917	1,4963
Dichte/ 20°C	0,877	0,908	0,893	0,896
Flammpunkt o.T. °C	129	191	175	163
Verseifungszahl mg KOH/g	1	182	0	2,24
Conradsontest Gew. %	0,12	0,31	0,03	0,07
Stockpunkt °C	-53	-52	-46	-46
Viskosität cSt bei 20°C	52,8	60,0	59,5	50,4
Viskosität cSt bei 50°C	16,0	17,7	14,9	14,3
Viskosität cSt bei 100°C	4,8	5,1	3,9	4,1
Viskositätspolhöhe Vp	1,30	1,39	2,27	1,67
Richtungskonstante m	3,45	3,48	4,06	3,77
Kaltviskositäten cSt.				
bei 0°C	-	208	-	-
" - 10°C	414	-	645	407
" - 20°C	-	1265	2018	1220
" - 25°C	1802	-	-	-
" - 30°C	10 380	4010	12 750	5780
" - 35°C	-	-	26700	44 400
" - 40°C	-	25 730	-	-



**Viskosität-Temperatur-Blatt**  
 Zur Viskositätsmessung von Flüssigkeiten  
 nach dem Verfahren von Prof. Dr. J. Scholander  
 Verlag J. Neumann, Neudamm

**Maßstab für Mischungen**  
 Anteil des Dispersionsmittels in Prozenten  
 0 20 40 60 80 100

Dr. Nr.	100°C	50°	20°	0°	-10°	-20°	-25°	-30°	-40°	Stokp. °C
Flüssigkeit bezeichnet durch	50/50 Vol. %									
Druck	10. Druck (0.435)									
Rotring D. Eichl.	9.8 cSt	16,0	52,8	-	414	-	1802	10.380	nicht messbar	-55°C
Flüssigkeit bezeichnet durch	YS-1									
Rotring D. Eichl.	5,1 cSt	17,7	60,0	209	-	1.265	-	4.010	25.730	-52°C

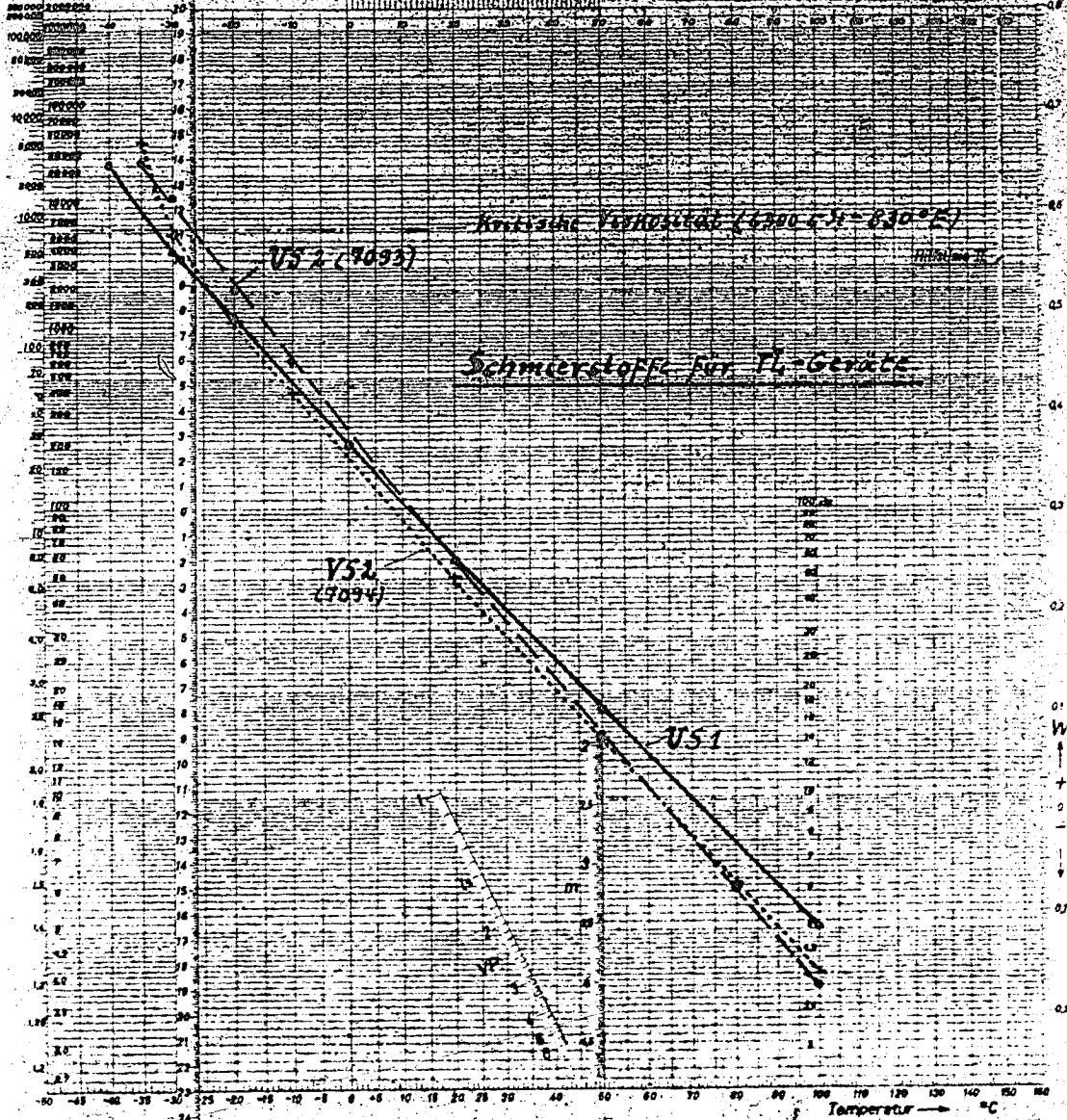
E. Stelle Rechlin, E 70 IV  
 25.10.1944

Bearbeiter Sachs  
 Gruppenteiler: Dr. Baler

Viskosität  
nach Engler Centistok  
°E cSt

**Viskosität-Temperatur-Blatt**  
Zur Viskosität von Flüssigkeiten  
Verlag S. Hirzel Leipzig

**Mäßstab für Mischungen**  
Anteil des Öl bei bestimmter Viskosität in Volumen %  
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100



Öl No.		100°C	80°C	50°C	20°C	0°C	-10°C	-20°C	-30°C	-35°C	-40°C	StoKp
Viskosität bei	V51	5,1 cSt	-	17,7	60,0	208	-	1205	4010	-	25730	-52°
bei	V52 (7093)	3,9	6,1	14,9	59,5	-	645	2075	12750	26700	-	-46°
bei	V52 (7094)	4,1	6,3	14,3	50,4	-	407	1220	5780	44700	-	-46°
Reibtemp.												
Wärmetemp.												
Wärmetemp.												
Wärmetemp.												

E' Stelle Reulin, E107X  
13.11.1944

Scarbility: Sado



Fördermengen

(Saug-Unterdruck = 100 mmHg)

l<sub>0</sub>/Std

20

15

10

5

0

YS1

YS2 (7094)

YS2 (7093)

Rotring D

Mindest-Fördermenge

-50

-40

-30

-20

-10

0

+10 °C

Temperatur

Ölfröpfchen-Bildung

at. ü.

6

5

4

3

2

1

0

YS2 (7093)

YS2 (7094)

YS1

50/50 Rotring D + fl. Brauköl

Rotring D

Kritischer Druck

-70

-60

-50

-40

-30

-20 °C

Temperatur

Tafel 2: Quellverhalten von Gummi-Werkstoffen  
(100 Std. bei 140°C)

Gummi-Flieg-Werkstoff	Flw. 5343.7 (Muster Nr. 537)			Flw. 5343.7 (U) (Muster Nr. 546)		
	Verwendungszweck			Verwendungszweck		
Gummiart	Alte Schlauchqualität			neue Schlauchqualität		
	Perbunan + Buna S			Buna S		
	Gew.%	Vol.%	°Sh	Gew.%	Vol.%	°Sh
50/50 Vol.% Fl.Drucköl/Rotring D	+16,6	+26,1	-1	+31,7	+49,7	-23
VB 1	+29,4	+40,8	-26	+47,5	+65,0	-29
VS 2(7093)	+28,1	+41,9	-15	+62,5	+92,0	-39
VS 2(7094)	+67,0	+97,3	-23	+103,1	+138,1	-40
Eichschmierstoff (Rotring)	+ 2	+ 4,2	+ 6	+ 8,8	+14,8	+2
Eichkraftstoff bei 40°C (50/50 Bensen/Benzol)	+81,7	+134	-23	+ 84	+136	-25