

Streng vertraulich!

zum persönlichen Gebrauch des Empfängers im eigenen Geschäftsbereich.

3996-30/301 et al

Bericht 6/43

78

Schmierstoffprüfung

im BMW Einzylinder

Schmierstoff:

Winteröl der Wehrmacht
ohne und mit Oppanolatz.

RHENANIA-OSSAG
MINERALÖLWERKE A.-G.

Motoren-Prüfstand

B e r i c h t

002032

Über

die Erprobung zweier Winteröle der Wehrmacht gleicher Viskosität, wovon das eine einen 2%igen Zusatz von Oppanol enthält.

ZUSAMMENFASSUNG.

Die beiden auf gleiche Viskosität bei 100°C eingestellten und aus denselben Komponenten gemischten Versuchsöle, die sich nur durch einen Zusatz von 2% Oppanol unterscheiden, sind im BMW 132-A-Einzylinder-Motor unter Verwendung von 2 fabriktneuen Zylindern (Nr. 71 und 72) in stetem Wechsel der Zylinder mehreren 10-stündigen Läufen unterzogen worden. Das in Mittelwerten ausgedrückte Ergebnis kann aber nicht ohne weiteres zu Rückschlüssen über die Wirkung des Oppanol-Zusatzes herangezogen werden, da sich im Gegensatz zu Zylinder 71 der Zylinder 72, nachdem er einwandfrei mit dem Versuchsöl V 46897 (+ Oppanol) eingefahren worden war, bei den anschließenden Belastungsläufen zur Unrunde verzog. Darauf ist zurückzuführen, daß zwischen beiden Zylindern ein Unterschied im Ölverbrauch auftrat, der bei Zylinder 72, je mehr er sich verzog, immer größer wurde. Da aber zur Klärung der Frage, ob sich bei einem Öl ein geringer Zusatz von Oppanol motorisch auswirkt, schon bei Auswahl der Öle auf gleichen Ölverbrauch hingewirkt wurde und dieser auch bei Verwendung von 2 Zylindern Voraussetzung gewesen wäre, so muß, da dies nicht eingetreten ist, ein Teil der Ergebnisse mit Einschränkungen angesehen werden.

Zylinder 71 zeitigt gleichen Ölverbrauch und ergibt auch praktisch gleiche Rückstandsbildung, so daß in dieser Beziehung ein Einfluß des Oppanol-Zusatzes nicht besteht. Die Ergebnisse des Zylinders 72 hinzugenommen, beweisen den Zusammenhang erhöhten Ölverbrauches mit größerer Rückstandsbildung. Dies ist auch der Grund dafür, daß bei der Mittelwertbildg. sämtlicher Versuche eine Differenz zwischen beiden Ölen auftritt.

Die bezüglich des Verschleisses erzielten Meßergebnisse werden durch den unrunder Zustand des Zylinders 72 stark beeinflusst. Während z.B. der Kolbenringverschleiß in den Belastungsläufen bei Zylinder 71 von Lauf zu Lauf geringer wird, ist es bei Zylinder 72 umgekehrt. (Dasselbe gilt für die Gewichtsabnahme des Kolbens). Ferner ist die Differenz im Kolbenringverschleiß bei Zylinder 72 zwischen dem 1. und 3. Belastungslauf größer als der bei der Mittelwertbildung hervorgetretene Unterschied zwischen beiden Ölen. Daraus

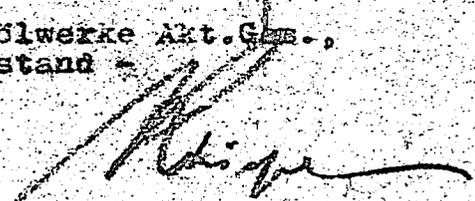
002033

kann nur der Schluss gezogen werden, daß die bei der Mittelwertbildung aufgetretenen Unterschiede im Verschleiß nur innerhalb der Versuchungsgenauigkeit liegen, d.h. daß der Zusatz von Oppanol keine günstige Wirkung auf den Verschleiß ausübt.

Dagegen ist beim Auszentrifugieren des Altöles die erfassbare Schlammmenge bei dem Versuchsöl mit Oppanol gegenüber dem reinen Öl eindeutig geringer. Es wird vermutet, daß der geringe Zusatz von Oppanol die Schlammbildung an sich nicht etwas verringert, sondern eine schlammlösende Wirkung hervorruft.

Dieser Bericht umfaßt 13 Blatt, davon
10 " Text,
2 Zahlentafeln
1 Zeichnung.

Rhenania-Ossag Mineralölwerke Akt.Ges.,
- Motoren-Prüfstand -



002034

I. Zweck der Prüfung.

Das Sommer- und Winter-Motorenöl der Wehrmacht unterscheidet sich in der Höhe der Viskosität. Erstrebenswert wäre es, nur ein Grundöl für die Wehrmacht zu besitzen (Winter-Öl), das für den Sommer durch einen geeigneten Zusatz auf die gewünschte höhere Viskosität gebracht wird. Dabei wäre zu klären, ob tatsächlich allein diese Viskositäts-erhöhung den Motorbetrieb bei höheren Temperaturen ermöglicht. Als Mittel hierfür wird u.a. Oppanol vorgeschlagen. Für dieses Mittel spräche, daß bei Versuchen anderer Prüfstände beobachtet wurde, daß der Einsatz von Oppanol sich auch bezüglich des Verschleisses günstig auswirkte. Es sind daher vorliegende Versuche unternommen worden, um diese Fragen zu klären.

II. Schmierstoffe.

Im Interesse einer einwandfreien Vergleichsbasis wurde im Gegensatz zur Praxis von der Anwendung nur eines Öles (Vergleich ohne gegen mit Oppanol-Zusatz) abgesehen. Hierfür war maßgebend, daß ein möglichst gleicher Ölverbrauch (letzterer beeinflusst stark die motorischen Ergebnisse) bei beiden Ölen angestrebt wurde, was nur bei Ölen gleicher Viskosität zu erwarten war. Daher besitzt das mit Oppanol aufgemischte Versuchsöl - in diesem Bericht kurz V 46897 genannt - die gleiche Viskosität in $\frac{E}{100}$, wie das Wehrmacht/Winter-Öl V 46934. Beide Öle sind aus den gleichen 2 Komponenten zusammengesetzt, unterscheiden sich also nur dadurch, daß V 46897 einen 2%igen Oppanol-Zusatz enthält, weswegen sich der Anteil der beiden Komponenten untereinander um ein Geringses verschiebt. Auf Blatt 13 sind die Analysen beider Öle angegeben. Bei gleicher Viskosität $\frac{E}{100}^{\circ}C$ verläuft die Viskositätskurve für das mit Oppanol aufgemischte V 46897 flacher, woraus sich ein etwas höherer Viskositäts-Index ergibt.

III. Kraftstoff.

Für die Versuche wurde ein einheitlicher Kraftstoff, Fliegerbenzin B 4, verwandt, dessen wichtigste Analysendaten folgende sind:

Spez. Gew. b. 15°C		0.724
Dampfspannung n. Reid	at	0.36
Bleitetraethyl-Gehalt	Vol.-%	0.12
Siedebeginn	°C	48
bei 100°C	Vol.-%	68
Siedende	°C	143
MOZ		89.3.

IV. Versuchsmotor.

002035

Die Versuche wurden durchgeführt an dem bekannten luftgekühlten BMW 132-A-Einzylinder-Motor, der für die Schmieröl-erprobung eingesetzt ist. Da es sich hier um ein Einzylinder-Aggregat handelt, an dem schon seit längerem Schmieröl-Versuche vorgenommen werden, liegt genug Erfahrung vor, mit welchen Fehlergrenzen an diesem Motor bei den einzelnen Messungen gerechnet werden kann.

Der Motor besitzt folgende Abmessungen:

Bohrung 155.5 mm

Hub 162.0 mm.

Verwandt wurde der A-Zylinder, der bei 1900 Umdr./min. eine max. Leistung von ca. 54 PS (Vergaserbetrieb) ergibt. Die Versuche wurden an 2 fabriktneuen Zylindern (Nr. 71 und 72) vorgenommen, die mit je einem Versuchsöl eingefahren wurden, während bei den anschließenden Belastungsläufen in den einzelnen Zylindern das Öl ständig gewechselt worden ist.

V. Versuchsanordnung.

Vor Beginn der Versuche ist der Motor überholt worden, insbesondere wurde die Pleuellwelle auseinandergenommen und entschlammt.

Bei dem Einlauf (10 h) von Zylinder 71 mit V 46934 wurden folgende Versuchsbedingungen eingehalten:

1 h	prakt. Leerlauf	bei	525 - 550 U/min.
2 h	b. einer Belastung v. ca. 4 PS	"	ca. 1000 "
3 h	" " " v. ca. 6 "	"	" 1500 "
4 h	" Halblast (ca. 27 PS)	"	" 1900 "

Unter den gleichen Bedingungen wurde Zylinder 72 mit V 46897 eingefahren. Während des Einlaufens wurde der Brennstoffverbrauch so einreguliert, daß sich ein einwandfreier Betrieb des Motors ergab, wobei schon bei den letzten 4 h (Halblast-Betrieb) der Verbrauch dem normalen entsprach. Anschliessend wurden mit jedem Öl drei 10-stündige Belastungsläufe bei konstanter Drehzahl, ca. 1900 U/min., durchgeführt, wobei die Belastung in den ersten 5 h wieder Halblast betrug und anschliessend 5 h auf ca. 34 PS (5/8 Laast) gesteigert wurde. Bei jedem Öl wurde von Lauf zu Lauf der Zylinder gewechselt, so daß die 4 mit jedem Öl durchgeführten Läufe (Einlauf und 3 Belastungsläufe) zur Hälfte am Zylinder 71 und zur anderen am Zylinder 72 ausgeführt worden sind. Für jeden Zylinder wurde ein Pleuell und ein Satz Pleuellringe benutzt. Nach jedem Lauf wurde der Zylinder abgenommen, vermessen und gereinigt. Dasselbe gilt vom Pleuell, von den Pleuellringen und Pleellen des Pleuellbolzens. Das Motorgehäuse wurde sauber ausgewaschen. Die Ölfüllung betrug bei jedem Lauf 18 kg.

VI. Versuchsergebnisse.

a) Motorische Ergebnisse.

RHENANIA-OSSAG

Mineralölwerke Akt.-Ges.

Motoren-Prüfstand

Ö 1 :	Zyl.	Einlauf				
		1	2	3	4	
V 46934	71	Laufzeit	h			
		Drehzahl	Umdr./min.			
		Leistung	PS			
		Brennstoffverbrauch	g/PS h			
		Ölverbrauch	g/PS h			
		Temp. neben Kerze i. Windschatten	°C			
		Richttemp.	°C			
		Kerzenringtemperatur	°C			
		Zylinderflanschttemp.	°C			
		Öltemperatur	°C			
		Messungen über den ganzen Lauf von 10 h	Ölverbrauch	kg/h		
			Kolbenringverschleiß, 1. Ring	g		
			2. + 3. + 4. "	g		
			Kolbenverschleiß	g		
			Pilzverschleiß 1. Pilz	g		
			2. "	g		
			Rückstände Verbr. Raum	g		
			Kolbenringnuten	g		
Kolbenstege	g					
Summe	g					
Rückstände im Olsieb	g					
Schlamm-ölfreie Menge	g/kg Altöl					
verhalten hiervon Aschegehalt	%					
Ö 1 :	Zyl.	Einlauf				
V 46897	72	Laufzeit	h			
		Drehzahl	Umdr./min.			
		Leistung	PS			
		Brennstoffverbrauch	g/PS h			
		Ölverbrauch	g/PS h			
		Temp. neben Kerze i. Windschatten	°C			
		Richttemp.	°C			
		Kerzenringtemperatur	°C			
		Zylinderflanschttemp.	°C			
		Öltemperatur	°C			
		Messungen über den ganzen Lauf von 10 h	Ölverbrauch	kg/h		
			Kolbenringverschleiß, 1. Ring	g		
			2. + 3. + 4. "	g		
			Kolbenverschleiß	g		
			Pilzverschleiß 1. Pilz	g		
			2. "	g		
			Rückstände Verbr. Raum	g		
			Kolbenringnuten	g		
Kolbenstege	g					
Summe	g					
Rückstände im Olsieb	h					
Schlamm-ölfreie Menge	kg/g Altöl					
verhalten hiervon Aschegehalt	%					

Datum: 18.9.43.

ZMP-Zeichg. Nr.

Bearbeiter:

D

002036

Bericht-Nr. 96/43

Auftrag-Nr.

Blatt 5

Zyl.	1. Belastg. lauf		Zyl.	2. Belastg. lauf		Zyl.	3. Belastg. lauf		Mittel aus 4 Läufen
5	5	5	5	5	5	5	5		
8	1912	1918		1916	1914		1919	1916	
6	26.7	34.5		26.8	34.4		26.9	34.5	
4	269	243		268	242		267	242	
6	15.7	14.9		12.4	7.9		27.8	16.5	
4	236	236		238	237		238	239	
4	246	242		249	258		246	252	
	93	90		99	104		95	98	
72	91	90	71	92	97	72	92	95	
	0.47			0.30			0.66		0.44
	0.174			0.141			0.389		0.239
	0.090			0.140			0.074		0.135
	0.13			0.03			0.14		0.21
	0.005			0.002			0.0		0.0025
	0.003			0.000			0.003		0.0022
	5.512			3.406			5.741		
	0.182			0.174			0.136		
	0.0			0.015			0.000		
	5.694			3.595			5.877		4.757
	2.20			2.54			1.60		2.62
	0.93			0.71			0.94		0.70
	43.4			44.2			27.8		47.6
Zyl.	1. Belastg. lauf		Zyl.	2. Belastg. lauf		Zyl.	3. Belastg. lauf		Mittel aus 4 Läufen
9	5	5	5	5	5	5	5		
7	1920	1912		1920	1914		1917	1914	
9	26.9	34.4		26.9	34.5		26.8	34.5	
9	266	242		267	241		267	241	
1	11.2	10.4		23.0	14.5		11.2	8.1	
1	236	237		236	236		237	240	
1	230	249		244	248		247	254	
71	101	96	72	95	98	71	101	103	
	92	93		90	94		90	97	
	0.33			0.57			0.29		0.35
	0.369			0.188			0.106		0.185
	0.156			0.102			0.112		0.118
	0.13			0.09			0.01		0.10
	0.007			0.000			0.007		0.005
	0.002			0.002			0.001		0.004
	3.747			4.622			3.309		
	0.283			0.139			0.116		
	0.0			0.025			0.0		
	4.030			4.786			3.425		3.785
	2.54			1.94			1.55		2.12
	0.32			0.58			0.38		0.38
	51.0			48.2			41.2		49.1

Datum:

ZMP-Zeich. Nr.

Bearbeiter: Dr. Reichel.

Die in vorstehender Tabelle aufgeführten Werte für Drehzahl, Leistung, Brennstoff-Verbrauch, Temperatur neben der Zündkerze im Windschatten und Öltemperatur sind bei beiden Ölen konstant gehalten worden. Was die Zylinder-Temperatur allgemein anbelangt, zeigen die weiterhin abgelesenen Temperaturen, nämlich am Kerzenring (Kerze im Windschatten) und am Zylinderflansch, daß - die bei den einzelnen Läufen aufgetretenen Unterschiede sind äußerst gering - die thermische Belastung der einzelnen Zylinder bei beiden Ölen gleich gewesen ist.

Aufgrund der Messergebnisse läßt sich nun folgendes sagen:

1. Ölverbrauch.

Der während des Einlaufens gemessene Ölverbrauch liegt bei V 46897 (2% Oppanol-Zusatz) niedriger als bei V 46934. Dagegen zeigen die mit jedem Öl durchgeführten 3 Belastungsläufe, daß dieser im Ölverbrauch anfänglich aufgetretene Unterschied nicht eine Funktion des Öls, sondern der Beschaffenheit des Zylinders sein muß. Das geht aus dem Vergleich der Messungen des Zylinders 71 und 72 hervor. Nach dem ersten mit jedem Öl durchgeführten Belastungslauf sieht das Bild bezüglich des Ölverbrauchs - gemeinsam mit dem Einlauf betrachtet - so aus, daß trotz Wechsels der Zylinder das mit Oppanol versehene Öl einen günstigeren Ölverbrauch ergibt. Jedoch zeigen die weiteren unter denselben Bedingungen durchgeführten Belastungsläufe, daß bei Zylinder 71, ohne Rücksicht auf das Öl, ein konstanter Ölverbrauch gemessen wird, während dieser bei Zylinder 72 von Lauf zu Lauf zunimmt. Es ist zwar in der letzten Spalte obiger Tabelle der Mittelwert aus den mit jedem Öl durchgeführten 4 Läufen gebildet. Es ist aber abwegig, aus dem aufgetretenen Unterschied einen Rückschluß auf die Wirkung des Oppanol-Zusatzes zu ziehen, weil im für V 46934 gemittelten Wert zwei (gegenüber einem für V 46897) hohe Verbräuche des Zylinders 72 enthalten sind.

2. Verschleiß.

Zur Klärung der Verschleißfrage sind nach jedem Lauf die Kolbenringe, der Kolben selbst und die Pilze im Kolbenbolzen vernagen und der Zylinder vermessen worden. In der Tabelle der motorischen Ergebnisse ist der Verschleiß des 1. Kolbenringes gesondert aufgeführt, weil er immer größer als bei den anderen Ringen ist, während für den 2., 3. und 4. Ring der Verschleiß als Summenwert angegeben ist. Dabei wäre aber zu erwähnen, daß die Rückstandsbildung in der Ragnut des 1. Ringes bei keinem Lauf so weit vorgeschritten war, daß der 1. Ring feststeckte, womit der Verschleiß dem Zufall unterworfen gewesen wäre.

002038

Der 1. Ring war nach jedem Lauf leicht beweglich. Es zeigt sich nun, daß bei V 46934 der Kolbenringverschleiß nach dem Einlaufen größer als bei dem mit Oppanol versehenen Öl ist. Das gleiche gilt von der Gewichtsabnahme des Kolbens. Nach Wechsel der Zylinder dreht sich das Bild aber sofort, wenigstens bei den Kolbenringen, um. Bei erneutem Wechsel der Zylinder tritt nur am Kolben ein größerer Verschleiß bei V 46897 gegenüber V 46934 auf, während der Verschleiß von Kolbenringen und Kolben beim letzten Wechsel der Zylinder wieder umgekehrt ist. Die an den Pilzen gemessene Gewichtsabnahme ist immer, sofern beim Kolbenverschleiß zwischen zwei entsprechenden Läufen ein grosser Unterschied auftritt, diesem entgegengesetzt. Aus all' diesen Messungen kann nur der Schluß gezogen werden, daß die beiden Öle im Verschleiß praktisch gleich sind. Die Streuung in den Verschleißwerten wird durch den unterschiedlichen Zustand der Zylinder und nicht durch die Güte des Öles hervorgerufen. Es ist daher interessant, zu welchen Trugschlüssen bei Beurteilung des Verschleißes die einfache Mittelwertbildung, wie es in der letzten Spalte obiger Tabelle geschehen ist, führen kann. Der dabei zwischen beiden Ölen auftretende Unterschied zeigt demnach nur die Grenzen der Versuchsgenauigkeit dieser Messungen an.

Die nach jedem Lauf vorgenommene Vermessung des Zylinders in der Längs- und Querrichtung ergab Werte, die, in Mittelwerten zusammengefaßt, in folgender Tabelle enthalten sind.

Zyl. Ø nach Laufzeit h	0		10		20		30		40		Zyl.-Nr.	
	längsquer		längsquer		längsquer		längsquer		längsquer			
Zyl. Ø 155 mm Tiefe von Unterkante Zylinder	Mittel 50 mm bis 200 mm (9 Messungen)	.566	.561	.568	.553	.580	.566	.573	.560	.573	.562	71
	Mittel 210 mm bis 240 mm (5 Messungen)	.563	.558	.562	.549	.588	.566	.575	.560	.594	.571	
	Mittel 242 mm bis 252 mm (3 Messungen)	.573	.560	.565	.542	.596	.559	.589	.555	.612	.575	
Messtelle in m. Tiefe von	Mittel 50 mm bis 200 mm (9 Messungen)	.592	.588	.593	.588	.598	.587	.601	.587	.603	.587	72
	Mittel 210 mm bis 240 mm (5 Messungen)	.604	.591	.610	.589	.642	.552	.648	.598	.645	.590	
	Mittel 242 mm bis 252 mm (3 Messungen)	.620	.599	.622	.591	.659	.598	.672	.610	.666	.598	

Dabei erstreckt sich der in vorstehender Tabelle für jeden Zylinder angegebene erste Mittelwert, gemessen von Unterkante Zylinder, auf eine Tiefe von 50-200 mm, während der an zweiter Stelle aufgeführte Mittelwert eine Tiefe von 210-240 mm und der dritte eine solche von 242-252 mm - wo bekanntlich die größte Zylinder-Ausweitung auftritt - umfaßt. Wie die Tabelle zeigt, kann ein nennenswerter Verschleiß, was auf die Güte des einzelnen Öles hingewiesen hätte, nicht festgestellt werden. Eine Zunahme im Durchmesser ist praktisch nur in der Längsrichtung vorhanden und ergibt keinen Unterschied zwischen Zylinder 71 und 72, da die Differenz in den 3 Meßgebieten im Durchschnitt

bei Zylinder 71 7 bzw. 31 bzw. 49/1000 mm,
 " " 72 11 " 41 " 46/1000 mm

betrug. Im übrigen wird unter Pos. 5 über den Unterschied im Zustand beider Zylinder, worauf die Streuung beim Messen des Ölverbrauchs und des Verschleisses zurückgeführt wird, gesondert berichtet.

Um zu einem abschliessenden Urteil bezüglich des Verschleisses zu kommen, bleibt nichts anderes übrig, als nur die im Zylinder 71 (gleicher Ölverbrauch, runder Zylinder) durchgeführten Belastungsläufe, nachdem also das Einlaufen stattgefunden hatte, heranzuziehen. Diese lassen bezüglich des Verschleisses auf keinen Fall den Schluß zu, daß das mit Oppanol versetzte Öl V 46897 einen geringeren Verschleiß gegenüber dem reinen Öl ergibt.

3. Rückstandsbildung.

Rückstände wurden aus dem Verbrennungsraum, in den Kolbenringnuten und Kolbenstegen gesammelt. Die Summe dieser Rückstände, für deren Höhe aber fast ausschließlich die im Verbrennungsraum abgekratzten Rückstände maßgebend sind, liegen in einer Beziehung zu dem gemessenen Ölverbrauch. Je höher letzterer ist, desto grösser ist auch die im Verbrennungsraum vorgefundene Rückstandsmenge, d.h. für den Ölverbrauch ist die nach dem Verbrennungsraum durchgetretene Ölmenge verantwortlich, die bei dem Zylinder 72 von Lauf zu Lauf grösser wurde. Damit fällt wiederum Zylinder 72 für die Beurteilung der Rückstandsbildung aus. Zylinder 71 ergab aber gleichen Ölverbrauch über die ganze Versuchszeit. In diesem Zylinder ist jedes Öl zweimal gelaufen. Da nun hierbei praktisch gleiche Rückstandsbildung auftrat, ist ein Einfluß des 2%igen Zusatzes von Oppanol in der Rückstandsbildung nicht festzustellen. Der bei der Mittelwertbildung aufgetretene Unterschied zugunsten des mit Oppanol aufgemischten Öles ist also auf den gleichen Grund zurückzuführen, wie er für den Ölverbrauch angegeben wurde.

Das in den Ölkreislauf eingeschaltete Ölsieb des Motors scheidet auch Rückstände grösserer Art aus dem Öl aus. Die Verwiegung dieses Ölsiebes ergab ölige Rückstände, die bei den beiden Einläufen zwar einen mengenmässig erheblicheren Unterschied zwischen beiden Ölen auftreten liessen, der aber bei den 3 Belastungsläufen nicht mehr zutage trat. Praktisch ist daher - s. auch die Mittelwertbildung - die Rückstandsbildung im Ölsieb bei beiden Ölen gleich.

4. Schlammverhalten.

Um zu klären, ob der Zusatz von Oppanol die an sich vorhandene Neigung des Öles zur Schlammbildung beeinflusst, ist eine Probe des Altöls von 6 kg bei ca. 100°C 24 h lang durch eine Zentrifuge geschickt worden. Die in der Zentrifuge ausgeschleuderte Schlammmenge wurde ölfrei gemacht und in der Tabelle, bezogen auf 1 kg Altöl, in g angegeben.

002041

Auf den ersten Blick ist eine Wirkung des Oppanolzusatzes festzustellen. Die auszentrifugierbare Menge ist bei V 46897 immer geringer als bei V 46934. Jedoch wäre für einen Vergleich ein gleicher Ölverbrauch Voraussetzung, damit immer dieselbe Altöl-Menge vorhanden ist, aus der dann das zum Auszentrifugieren gebrachte Muster gezogen wird. Aber wenn selbst nur die Ergebnisse des Zylinders 71 zur Auswertung genommen werden, ändert sich nichts an obigem Resultat. Da aber nur nicht angenommen werden kann, dass der geringe Zusatz von Oppanol die Schlamm-Bildung verringert, dürfte die Vermutung nahe liegen, dass dem Oppanol eine schlammlösende Wirkung innewohnt, die das Erfassen des Schlammes in der Zentrifuge erschwert.

5. Zustand der Zylinder.

Bei den für die Versuche verwandten Zylindern handelt es sich um luftgekühlte größerer Abmessung, die sich infolge der Belastung während des Laufes mehr oder minder verziehen, d.h. unrund werden. Hierin besteht der Unterschied zwischen Zylinder 71 und 72, wie aus der graphischen Darstellung auf Blatt 12 hervorgeht. Beide Zylinder sind vor dem Einlaufen rund. Bei Zylinder 71 ist nach 10stündigem Einlaufen in der Längsrichtung kein Verschleiß festzustellen, während er in der Querrichtung etwas enger wird; der Zylinder hat sich also verzogen und ist um ein Geringes unrund geworden. Nach weiteren 10 h ist er wieder und nach 40stündiger Laufzeit immer noch rund, da ein gleicher Verschleiß, sowohl nach der Längs- als auch nach der Querrichtung, vorhanden ist. Bei Zylinder 72 ist dagegen nach der 10stündigen Einlaufzeit ein nicht nennenswerter Verschleiß in der Längsrichtung da, während sich in der Querrichtung nichts ändert. Dieser Zylinder ist also nach der Einlaufzeit noch rund (daher bei V 46897 geringerer Ölverbrauch während des Einlaufens). Nach 30 h Laufzeit besteht nur in der Längsrichtung aber ein deutlicher Verschleiß, so daß schon dadurch der Zylinder unrund wird. Letzteres verstärkt sich aber nach 40 h Laufzeit, weil dann der Zylinder in der Längsrichtung stehen bleibt, während er quer im Durchmesser sogar etwas abnimmt. Zylinder 71 läuft längs wie quer etwas aus, bleibt trotzdem rund; Zylinder 72 dagegen wird in der Längsrichtung weiter, der Querdurchmesser wird aber enger, er hat sich daher zur Unrunde verzogen. Darauf ist u.E. die bei Zylinder 72 aufgetretene Abweichung im Ölverbrauch - wodurch die Rückstandsbildung beeinflusst wird - und die Streuung der Verschleißwerte zurückzuführen.

Es könnte der Einwand erhoben werden, daß für vorliegende Versuche ein luftgekühlter Motor nicht geeignet ist.

002042

Dem ist aber entgegen zu halten, daß bei einem flüssigkeitsgekühlten Motor in so kurzer Versuchszeit hätte kein Unterschied im Verschleiß festgestellt werden können. Umgekehrt wiesen die Bedeutung der Luftkühlung und die angeschnittenen Fragen gerade auf den luftgekühlten Motor hin. Somit zeigen diese Versuche, wie stark die Materialfrage die Versuchsergebnisse überdeckt.

b) Analytische Prüfung.

Die von den Altölen angefertigten Analysen zeigt folgende Tabelle.

Öl:	Zyl.	Einlauf	Zyl.	1. Belastg	Zyl.	2. Belastg	Zyl.	3. Belastg	
V 46934	71		72	Dichte 20°C	71	Dichte 20°C	72	Dichte 20°C	
				0.885		0.885		0.883	
				Viskosität E/50°C		9.1		8.3	8.7
				Viskosität E/100°C		1.92		1.86	1.89
				Säurezahl		0.45		0.19	0.27
Versäuerungszahl	0.52	0.48	0.70						
Conradson-Test	0.38	0.29	0.33	0.34					
V 46897	72		71	Dichte 20°C	72	Dichte 20°C	71	Dichte 20°C	
				0.877		0.879		0.879	
				Viskosität E/50°C		7.3		7.4	7.4
				Viskosität E/100°C		1.83		1.87	1.90
				Säurezahl		0.14		0.21	0.14
Versäuerungszahl	0.75	1.68	1.22						
Conradson-Test	0.45	0.21	0.24	0.26					

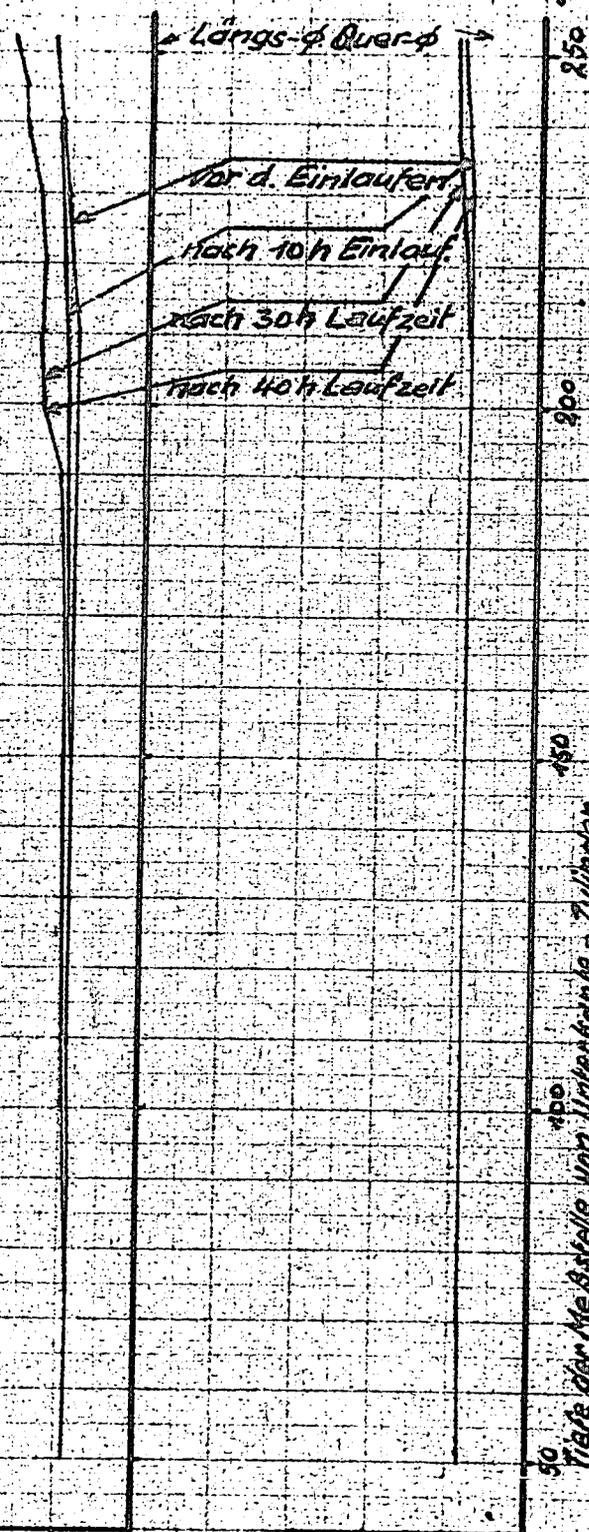
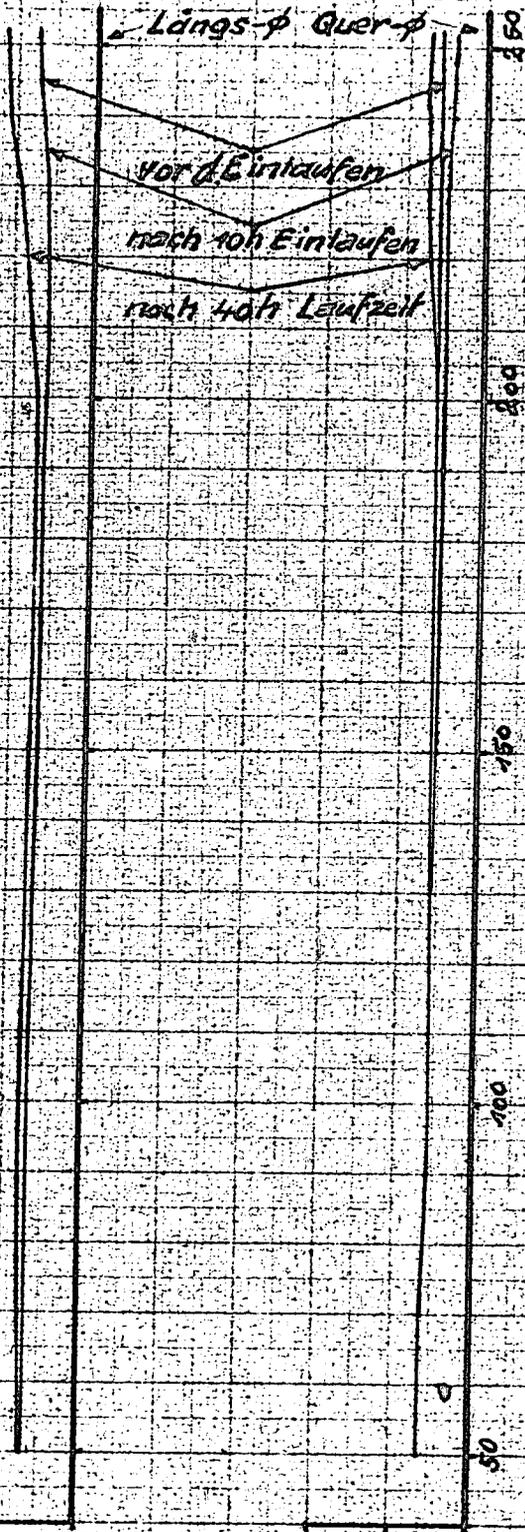
Hieraus geht hervor, daß beide Öle nach einer Laufzeit von 10 h etwas eingedickt sind. Auch die bei jedem Lauf nach einer Zeit von 1, 2½, 5½, 9 und 10 genommenen Ölproben zeigten, dass diese Eindickung erst gegen Ende des Laufes eintrat, während bis zu der nach 5½ h gezogenen Ölprobe noch keine wesentliche Viskositätsveränderung festzustellen war.

Im übrigen ist bei den 3 Belastungsläufen bei jedem Öl die Alterung, wie sie in der Säurezahl und im Conradson-Test zum Ausdruck kommt, ziemlich gleich vorgeschritten, ohne daß ein wesentlicher Einfluß durch den Wechsel der Zylinder festzustellen ist.

Im Bm 132-A-Diäzyklischer-Motor

Zylinder 71

Zylinder 72



Tiefe der Meßstelle von Unterseite - Zylinder

Nennmaß: 155.5 φ ^{größt. Mindest} + 0.06 + 0.10

Datum: 18.5.43

Bearbeiter: Dr. Reichel.

RHENANIA-OSSAG

Mineralölwerke Akt.-Ges.

Motoren-Prüfstand

Ölprüfung

im BMW 132-A-Einzylinder-Motor I.

Bericht-Nr. 96/43

Auftrag-Nr.

Blatt 13

FLUGMOTOREN-SCHMIERSTOFF-VOLLANALYSE

002041

OELMARKE UND HERKUNFT

V 46934

V 46897

Farbe:	UNION	2 1/2	+ 2		
Geruch:		normal	normal		
Brechungsvermögen n _D ²⁰ :					
Spezifisches Gewicht bei 20°C: kg/l		0.860	0.877		
Zähigkeit in E° u. Cp bei:		E° Cp	E° Cp	E° Cp	
- 10°C					
+ 0°C					
+ 10°C					
+ 20°C					
+ 50°C		7.40	6.36		
+ 100°C		1.82	1.79		
+ 150°C					
Zähigkeits-Polhöhe:		2.30	2.10		
Richtungsfaktor m:		3.76	3.52		
Zähigkeit ASTM bei 100° F:		490	446		
Zähigkeit ASTM bei 210° F:		60	59		
Zähigkeitsindex:		82	89		
Stockpunkt: ASTM °C		-27	-21		
Fließbeginn: °C		-31	-28		
Flammpunkt o. T. n. Marc. °C		212	198		
Brennpunkt o. T. n. Marc. °C					
Schwefelgehalt Gew. %		0.07	0.08		
Verseifungszahl, mg KOH/g Oel:		0.021	0.04		
Neutralisationszahl <small>org. u. anorg. Säuren, mg KOH/g Oel</small>		0.02	0.03		
Verdampfungstest n. Dr. Noack					
bei 225° %					
bei 250° %					
bei 275° %					
ANILINPUNKT °C		109	107		
BROMZAHL: %		1.5	1.2		
Mittl. Mol.-Gewicht:					
Verkokungsneigung (Conradson) %:		0.16	0.09		
Wassergehalt: Gew. %		0	0		
Feste Verunreinigungen: <small>no-Untsl. Gew. %</small>		0	0		
Hartasphalt: <small>Unlösliches in 40 T. Normalbenzin Gew. %</small>		0	0		
Aschegehalt:		Spuren	Spuren		
Alterungsprobe nach Dr. Noack		vor nach 1%	vor nach 1%	vor nach 1%	
Zähigkeit bei 50°C in c St:					
Harzgehalt: %					

Datum: 16.7.43

Bearbeiter: Hädler.