

I.G.Farbenindustrie Aktiengesellschaft  
Ludwigshafen a.Rhein  
Techn.Prüfstand Op 200  
Bericht Nr.388

-0-

I-109

B e r i c h t

über

ein Gerät zur Prüfung der Schmierfähigkeit  
von Ölen durch Bestimmung des Verschleißes.

29301

## B e r i c h t

über

ein Gerät zur Prüfung der Schmierfähigkeit von Ölen durch Bestimmung des Verschleißes.

### Zusammenfassung:

Es wird ein Gerät beschrieben, das gestattet, die Schmierfähigkeit von Ölen durch Bestimmung des Verschleißes eines Prüfstückes zu untersuchen. Graphit oder Fettsäureester bewirken als Zusätze zu Schmieröl eine Verringerung des Verschleißes. Dieselbe Erscheinung wird außerdem bei Öl beobachtet, das durch normalen Betrieb im Motor gealtert wurde.

### Zweck der Versuche:

Die Versuche hatten den Zweck, auf einfache Weise die Wirkung verschiedener Schmieröle und Schmieröl-Zusätze auf den Verschleiß zu bestimmen und damit ein Maß für die Schmierfähigkeit eines Öles zu erhalten.

### Versuchseinrichtung: (Hiersu Blatt 1):

Das Gerät besteht aus 2 auf einer Welle sitzenden Trommeln, deren Oberflächen geschliffen und poliert sind. Auf jede dieser Trommeln wird von unten über einen mit 10 kg belasteten Hebel ein Prüfstück angepresst. Entsprechend einer Hebelübersetzung von 1:2,15 (ursprünglich 1:2) beträgt der Anpressdruck 21,3 kg. Reibfläche und Prüfstück tauchen etwa 2 cm unter das zu untersuchende Öl, das mittels eines elektrischen Heizkörpers auf konstante Temperatur

gehalten wird. Die Trommeln werden durch einen Elektromotor über ein Untersetzungsgetriebe und ein Pleuel in drehschwingende Bewegung versetzt und bestreichen dabei einen Winkel von nicht ganz  $45^{\circ}$ .

Anfänglich wurde für das Prüfstück rechteckige Form gewählt. Es ergab sich dabei, daß bei manchen Ölen ein Verschleiß kaum festgestellt werden konnte, während er bei anderen so groß war, daß das Prüfstück vollkommen abgeschliffen wurde und die Trommel auf der Prüfstückfassung auflief. Um dies zu vermeiden, wurden runde Prüfstücke von der Form, wie auf Blatt 2 dargestellt, verwendet. Diese haben den Vorteil, daß zu Beginn des Versuches der spezifische Flächen-Druck außerordentlich hoch ist und infolgedessen auch das beste Öl eine Abnutzung ergeben muß. Mit zunehmendem Verschleiß vergrößert sich die Reibfläche des Prüfstückes (siehe Blatt 2), damit sinkt der spezifische Flächen-Druck und die Abnutzung bleibt in zulässigen Grenzen. Es werden also Öle mit schlechter Schmierfähigkeit bei geringerem mittlerem Flächen-Druck geprüft als Öle mit guter Schmierfähigkeit, so daß in der Bewertung eine Verschiebung erfolgt zugunsten der schlechten Öle.

Diese Prüfstücke wurden anfangs aus Messing und die Trommeln aus Gußeisen hergestellt. Die Versuche damit sind aber nur als Vorversuche zu bewerten; sie hatten den Zweck, festzustellen, ob es überhaupt möglich ist, Öle auf diese Weise zu unterscheiden. Später wurde dann zu gehärteten Stahltrommeln und zu Prüfstücken aus Kolbenring-Material (Gußeisen) übergegangen.

#### Versuchsdurchführung:

Zu Beginn eines Versuches wurde das Öl angeheizt und nach Erreichung der gewünschten Temperatur (normal  $100^{\circ}\text{C}$ ) die Apparatur in Gang gesetzt. Die Drehzahl des Motors wurde so geregelt, daß die Trommeln 100 Schwingungen in der Minute ausführten. Nach 16 Stunden Laufzeit war der Versuch beendet; die Prüfstücke wur-

den ausgebaut und ihr Gewichtsverlust bestimmt. Bei dem darauffolgenden Versuch wurden die Trommeln um  $45^{\circ}$  weitergedreht, so daß für den neuen Versuch auch eine neue bisher noch unbenützte, jedoch genau gleich bearbeitete Reibfläche in Verwendung kam. Wenn nach 8 Versuchen die Oberfläche am ganzen Umfang der Trommeln benützt war, wurden die Trommeln durch Nacharbeiten für weitere 8 Versuche wieder gebrauchsfähig gemacht. Durch dieses Nacharbeiten erfuhr die Oberfläche jedoch eine gewisse Veränderung, so daß die nun folgenden 8 Versuche mit den vorausgehenden nicht mehr vergleichbar sind. Es sind somit jeweils 8 Versuche unter sich vergleichbar.

#### Versuchsergebnisse:

Die Versuche ergaben zunächst eine starke Streuung. Aus diesem Grund wurden alle Versuche doppelt gefahren, und zwar einmal an der Trommel I und einmal an der Trommel II. Dabei zeigten die beiden Trommeln infolge der Verschiedenheit der Oberflächen etwas voneinander abweichende Werte. Trotzdem kann ein Unterschied zwischen den verschiedenen Schmiermitteln gut nachgewiesen werden.

Das Flugmotoröl SS 970a ergab nach Blatt 3 einen sehr hohen Verschleiß. Durch Zusatz von 5 % eines Fettsäureesters konnte der Verschleiß dieses Öles (SS 970a F/2) um über 50 % vermindert werden. Die Verdopplung der Zusatzmenge von 5 auf 10 % (SS 970aF) brachte eine weitere beachtliche Verbesserung.

Bei SS 904, das schon in unvermishtem Zustand geringen Verschleiß zeigte, war die Wirkung dieses Zusatzes in einer Menge von 10 % (SS 904aF) ebenfalls sehr beträchtlich. Eine weitere Steigerung der Zusatzmenge von 10 auf 20 % (SS 904a2F) brachte keine weitere Verbesserung mehr. Diese Ergebnisse sind umso bemerkenswerter, als durch diese Zusätze die Öle dünnflüssiger geworden sind (siehe Blatt 7, Tafel 1).

Das Blatt 3 zeigt ferner die Wirkung eines Oxydationsverbessers

(0,02 % Butylphenolsulfid) auf den Verschleiß. Während bei SS 907/3 dieser "a"-Zusatz eine erhebliche Vergrößerung des Verschleißes brachte, war dieselbe bei SS 907 F kaum merkbar. Dies ist anscheinend auf die günstige Wirkung des "F"-Zusatzes zurückzuführen.

Interessant ist ferner der Vergleich der Verschleißzahlen, die bei Verwendung von Frischöl und von gebrauchtem Öl erhalten werden (siehe Blatt 4). Frischöl ergibt durchweg einen wesentlich höheren Verschleiß als das gebrauchte Öl. Diese Erscheinung ist besonders auffallend bei Ölen, die in frischem Zustand hohen Verschleiß hervorrufen, wie bei SS 904 p/4, SS 1100 g und Rotring D. Bei Ölen, die mit Schmierfähigkeitsverbessern versetzt sind, wie SS 904aF und SS 904a2F, kann diese Erscheinung ebenfalls beobachtet werden, jedoch nicht in dieser auffallenden Weise.

Diese Verbesserung der Schmierfähigkeit durch die Alterung des Öles ist in erster Linie auf die Bildung von Estern zurückzuführen. Öle, die solche Stoffe enthalten, sei es als künstlicher Zusatz oder als Alterungsprodukt, zeichnen sich durch hohe Verseifungszahlen aus. Zwischen Verschleiß und Verseifungszahl besteht ein gewisser Zusammenhang, der auf Blatt 4 dargestellt ist. Aus dem hyperbolischen Verlauf der Kurve kann man entnehmen, daß bei Zunahme der Verseifungszahl über 10 hinaus der Verschleiß nur mehr wenig abnimmt, daß also größere Mengen von Zusatz die Schmierfähigkeit nicht mehr weiter verbessern.

Die Wirkung der Alterung des Öles wurde noch weiterhin untersucht. Dabei interessierte vor allem, nach welcher Zeit diese Veränderung des Öles im Motor eintritt. Um dies festzustellen, wurden 2 Flugmotorenöle, SS 904 und Rotring D, in einem Fahrzeugmotor gefahren und in gewissen Zeitabständen auf der Verschleißapparat untersucht. Die Ergebnisse sind auf Blatt 5 dargestellt. Man erkennt daraus, daß bereits in den ersten 10 Stunden eine Verbesserung der Schmierfähigkeit eingetreten ist, die sich dann weiter nicht mehr wesentlich geändert hat,

während die Verseifungszahlenhoch weiterhin angestiegen sind. Zu einem ähnlichen Ergebnis führte die Untersuchung von Rotring D und SS 9H70a2F, (Blatt 6), die beide im BSE-Flugmotor unter verschärften Bedingungen gelaufen sind. Hier zeigte sich, daß die Veränderung des Öles bereits nach 5 Stunden erfolgt ist, entsprechend der höheren thermischen Beanspruchung des Öles im Flugmotor. Dies waren gleichzeitig auch die ersten Ergebnisse, die mit Prüfstücken aus Kolbenring-Guß Eisen erzielt wurden. Hierbei war der Verschleiß naturgemäß kleiner als bei Verwendung von Messing; im übrigen stimmen aber die Ergebnisse qualitativ überein.

Zum Schluß wurde die Wirkung von Graphit untersucht, der als Zusatz zu Motanol S in Mengen von 1 % eine Verringerung des Verschleißes um das 8-fache brachte (siehe Blatt 6). Es wäre nun notwendig, einen Zusammenhang zu finden zwischen den Ergebnissen am Prüfgerät und im Motor. Diesbezügliche Versuche wurden bereits begonnen, ihre Ergebnisse sollen in einem späteren Bericht niedergelegt werden.

B Anlagen.

*M. Halder*

Zusammenstellung der untersuchten Öle.

T a f e l 1:

Ö 1	Laufzeit BMW-Flug- motor	Viskosität		Säure- zahl:	Versel- fungs- zahl:	Verschleiß in mg Messing auf Guß- eisen	
		°E	est.			Trommel 1	Trommel 2
SS 970a	-	3,29	23,6	0,08	0,47	111,8	224,8
SS 970aF/2	-	3,15	22,4	0,15	6,6	83,1	47,8
SS 970aF	-	2,96	20,8	0,20	11,3	51,9	21,6
SS 970 F	-	2,97	20,9	0,14	11,2	36,9	20,0
SS 907/3a	-	3,47	25,1	0,16	0,45	805,2	597
SS 907/3	-	3,48	25,2	0,05	0,38	216,5	325,9
SS 904	-	3,01	21,2	0,03	0,54	38	46,4
SS 904 p/4	-	3,00	21,1	0,05	0,43	580,2	189,2
SS 904 p/4 gebr.	35	3,87	28,4	1,06	4,4	13,4	7,8
SS 904 aF	-	2,59	17,5	0,13	24,2	15,4	8,8
SS 904 aF gebr.	23	3,08	21,8	0,76	13,2	4,8	3,4
SS 904 a2F	-	2,33	15,1	-	-	11,6	16,2
SS 904 a2F gebr.	27/2	-	-	-	-	6,5	2,4
Rotring D	-	2,91	20,4	0,03	0,13	597,4	284,2
Rotring D gebr.	-	2,93	20,5	0,27	1,39	246,8	71,4
SS 1100 d	-	-	-	0,02	0,20	408,6	264,4
SS 1100 d gebr.	35	-	-	-	-	57,4	38,4

Tafel 2:

Ö 1	Laufzeit im Opel- Motor	Viskosität:		Verseifungs- zahl:	Verschleiß in mg Messing auf Gußeisen	
		°E	est.			
Rotring D	0	2,91	20,4	0,13	217,5	
"	2 1/2			0,56	124,5	
"	7 1/2			1,4	13,9	
"	17 1/2			3,5	46,2	
"	27 1/2			5,2	38,6	
SS 904	0	3,01	21,2	0,54	38,0	
"	2 1/2			1,7	39,4	
"	7 1/2			2,6	33,8	
"	17 1/2			5,4	8,4	
"	27 1/2			12,1	12,2	

Tafel 3:

Ö 1	Laufzeit im Opel-Motor	Viskosität		Verseifungs- zahl:	Verschleiß in mg Messing auf Gußeisen	
		°E	est.		Trommel 1	Trommel 2
Rotring D	0	2,91	20,4	0,13	43,8	56,4
"	5				17,6	30,0
"	14				24,9	27,8
SS 970 a 2 F	0				9,9	10,6
	5				5,1	5,6
	14				4,8	5,0
Motanol S	-	2,24	14,3	0,54	32,7	45,6
" S + 1 % Grafit	-			0,54	6,0	3,2