

Versuche über die Schlamm- bildung im NSU-Motor.

Von Dr.-Ing.Fr.Schaub, Ruhrchemie A.-G.

Nachdem für das Kolbenringstecken heute befriedigende Bewertungsmöglichkeiten der Öle entwickelt sind, ist auf Grund unangenehmer Erfahrungen an Flugmotoren neuerdings die Aufgabe gestellt, die Verschlammungsneigung der Öle im Motor zu beurteilen. Da dies bis jetzt laboratoriums-mäßige Analysenzahlen nicht gestatten, ist man auf eine motorische Prüfung angewiesen. Diese erfolgt bislang in kostspieligen Vollmotorenläufen, die überdies nur schwer reproduzierbare Ergebnisse lieferten.

Bei der Ölprüfung auf Ringstecken im NSU-Motor der Ruhrchemie - über die ich berichtet habe - gab es auch Störungen durch Schlamm- bildung. Es ist mehrfach Kolbenfressen aufgetreten, weil, wie sich nachher herausstellte, die Ölbohrung im Kurbelzapfen mit einer ziemlich festen, pastenartigen Masse, die sich aus dem Öl abgesetzt hatte, verstopft war. Wir haben daraufhin Maßnahmen ergriffen, um diese Schlammablagerung an eine für den Motor weniger gefährliche Stelle zu bringen, gleichzeitig mit der Absicht, diesen Schlamm mengenmäßig und analytisch erfassen zu können. (Abb.1 s.f.Seite)

Versuchseinrichtung

Wir haben, wie in Abb.1 dargestellt ist, das dem Kurbelzapfen zufließende Öl zu einem Umweg innerhalb der Kurbelwange gezwungen. Es wird durch eine zusätzliche Bohrung in einen am äußeren Umfang der scheibenförmigen Kurbelwange eingebohrten Hohlraum geschleudert, der durch ein eingeschraubtes Näpfchen nach außen abgeschlossen ist. Dort wird es um 180° umgelenkt und fließt durch eine zweite Bohrung dem Kurbelzapfen zu. Durch die Zentrifugalkraft werden die im Öl mitgeführten schwereren Teilchen am Boden des

Näpfchens abgesetzt. Die geschilderte Änderung der Ölführung bewirkt, daß sich, wie beabsichtigt war, im Pleuellzapfen kein Schlamm mehr absetzt.

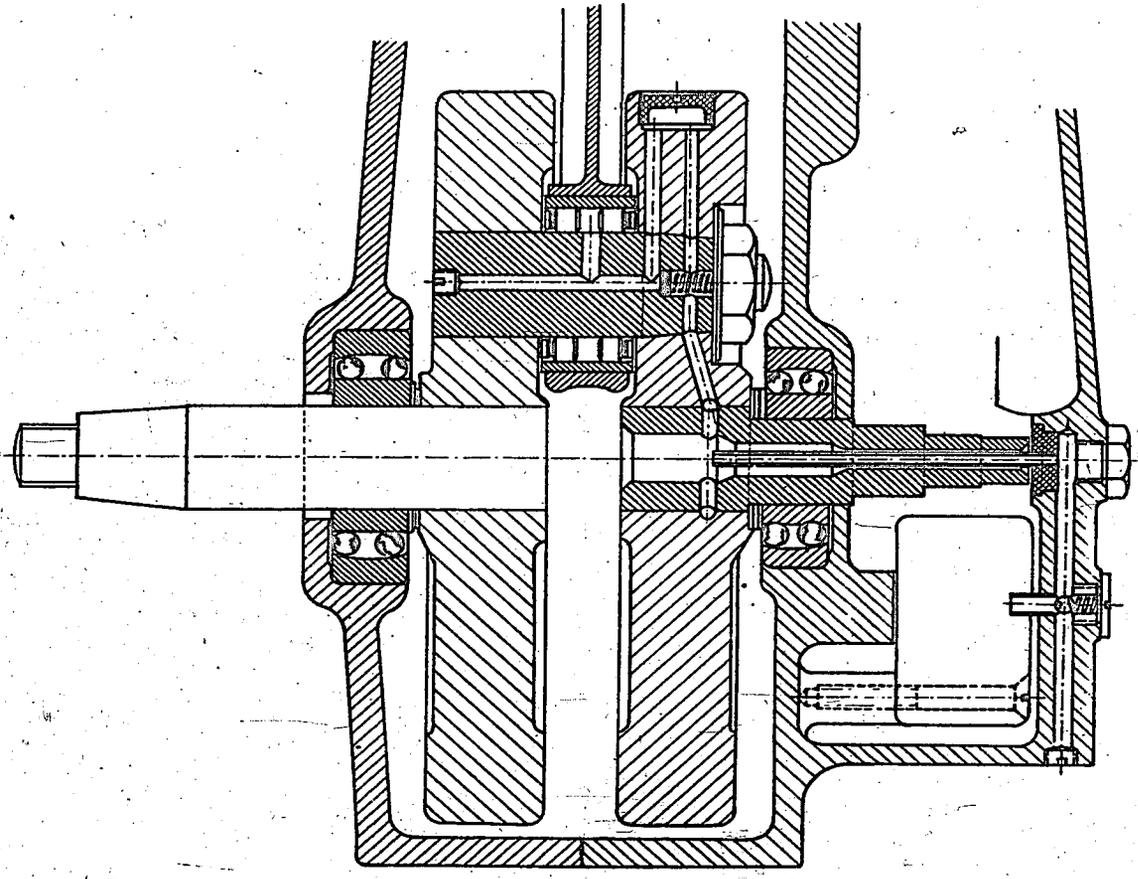


Abb.1: Ölführung für Verschlammungsversuche im NSU-Motor.

Durchführung der Verschlammungsversuche.

Zur Beurteilung der Öle hinsichtlich der Schlamm- bildung führten wir nun unter ähnlichen Bedingungen wie bei der Prüfung auf Ringstecken besondere Versuchsläufe durch. Wir haben dabei lediglich die Zündkerzensitztemperatur etwa 30° niedriger eingestellt und die Versuchsdauer auf 10 Stunden festgelegt. Durch die herabgesetzte Temperatur sollte vermieden werden, daß die Pleuellringe festgehen und dadurch die Ergebnisse beeinflußt werden. Andererseits wollten wir das Temperaturniveau so hoch wie möglich halten,

weil dadurch die Schlammabildung vermutlich beschleunigt wird. Nach unseren bisherigen Erfahrungen können allerdings bei Ölen, die leicht zum Ringstecken führen, unter den gewählten Bedingungen die Kolbenringe noch festgehen, sodaß wir vielleicht die Versuchstemperatur noch weiter herabsetzen werden.

Nach 10 Stunden haben sich im allgemeinen einige 100 mg Schlamm abgesetzt, die zu einer Analyse ausreichend sind. Das oben beschriebene Näpfchen kann leicht ein- und ausgebaut werden. Es wird für jeden Versuch natürlich frisch gereinigt. Nach der Auswägung der Schlammproben erfolgt dann im Laboratorium eine Ermittlung der Anteile an Brennbarem - wobei das benzollösliche Öl gesondert erfasst wird - Eisen, SiO_2 und sonstigen anorganischen Stoffen.

Außer der Schlammprobe werden von jedem Lauf zwei Umlaufölproben untersucht, um die Alterung der Öle zu verfolgen. Außerdem bestimmen wir den Gewichtsverlust der Kolbenringe, um diesen als Maß für den Abrieb zu benutzen.

Versuchsergebnisse.

Bis jetzt wurden etwa 20 Verschlammungsversuche durchgeführt, die zum Teil noch als Vorversuche zu gelten haben, und bei denen die Versuchsbedingungen nicht ganz gleich gewesen sind. Insbesondere mußten wir bei diesen Versuchen mehrfach den Kraftstoff wechseln, was zu auffallenden Folgen geführt hat. Darauf will ich nachher noch zu sprechen kommen. Die mit einigen Ölen erzielten Werte sind in der Zahlent. 1 (s.f.Seite) aufgetragen.

Nach Rotring D haben wir Versuche mit dem synth. Versuchsöl der Ruhrchemie, 1880/5, dem gefetteten Flugöl ASM/D3 und mit einem Motorenöl der Wehrmacht durchgeführt. Man sieht, daß in bezug auf die Schlammmenge gewisse, wenn auch zunächst nur grobe Unterschiede zwischen verschiedenen Ölen erkennbar sind. So ist bei dem gefetteten Flugöl ASM/D3 die abgesetzte Schlammmenge offenbar geringer als

1326

bei Rotring D. Auch das synth. Motorenöl der Wehrmacht und das Öl 1880 erscheinen günstiger als Rotring. Es bleibt natürlich noch zu klären, ob die hier gefundene Bewertung ungefähr mit den Erfahrungen der Vollmotoren übereinstimmt oder ob, um dies zu erreichen, die Versuchsbedingungen noch geändert werden.

Nr	Öl	Kraftstoff	Laufzeit Stunden	Kolbenringe Peil	Ölverbrauch g/PS.h	Ringe Abrieb mg/cm ²	Gesamt	Schlamm (mg)		Dialterung nach 10 Stunden				
								Brennb.	Eisen	Verh. Anorganisch	Yso	Zunahme von	Kolbenring-Verbrauch	Asche
175	Eichöl	A	10	nein	8,1	6	437	281	22	4,2	-	-	-	-
176	"	A	"	"	14	22	452	333	44	63	9,8	204	1,6	0,13
182	"	B	"	"	5,9	10,5	379	288	51	41	2,6	10,4	0,65	0,03
196	"	B	"	"	8,5	16,4								
179	"	C	"	etwas	5,7	88	491	179	121	197	6,8	18,4	1,1	0,11
123	"	D	8 ⁵⁰	"	6,9	73	459	387	57	19	6,0	18,0	1,1	0,06
191	1842	A	10	nein	13,7	22,8	339	300	47	22	3	4,8	0,7	0,05
188	Motoren- öl der Wehr- macht	B ⁶	"	"	16	32	349	279	39	31	4	5,2	0,65	0,04
189		B ^{6a}	"	"	18	12	247	212	16	19	4,2	6,4	0,90	0,01
190		B	"	"	15	10,3	216	182	16	18	2,6	4,0	0,5	0,07
197	D3	A	8 ⁵⁰	total	12,2	65	275	198	27	35	4,6	12	1,5	0,12
178	"	A	10	nein	6,8	54	249	146	45	34	4,6	11	1,2	0,10
195	"	B	"	"	8	10	318	283	12	23	2,0	9,4	0,6	0,03
182	"	E	6 ⁵⁰	etwas	9,7	132	534	178	109	225	5,0	13	1,7	0,15
193	1880	B	10	nein	15	14	290	257	16	17	1,4	10	0,6	0,01
194	"	B	"	"	36	44,2	449	123	11	15	2,0	9,4	0,7	0,015
180	"	U	"	"	4,4	92	433	159	110	175	4,0	20,4	0,8	0,07
181	"	U	"	"	4,4	86	445	161	110	179	3,6	16,0	0,9	0,10

1⁶ - große Durchlassmenge, 1⁵ - alter Kolben
6^a - neuer Kolben eingesetzt

Zahlent. 1: Verschlammungsversuche im ISU-Motor

Die Zusammensetzung des Schlammes ist im allgemeinen verhältnismäßig einheitlich. Er besteht im wesentlichen aus Brennbarem, davon ist der weitaus größte Teil benzollösliches Öl, während die Anteile an Eisen, SiO₂ und sonstigen anorganischen Bestandteilen meistens unter 10% liegen. Von den übrigen weichen die Ergebnisse der Versuche Nr. 179 mit Rotring, 180 und 181 mit 1880 und 182 mit ASM/D 3 deutlich ab. Hier ist der Anteil des Eisens und sonstiger anorganischer Stoffe höher als normal. Gleichzeitig ist der Abrieb an den Kolbenringen beträchtlich höher. Dieses auffallende Ergebnis ist offenbar damit in Verbindung zu bringen, daß für diese Versuche ein anderer Kraftstoff als sonst verwendet werden mußte.

Auf die Menge und Zusammensetzung des Schlammes hat auch der Ölverbrauch, zumindest, wenn man mit einer verhältnismäßig kleinen Umlaufölmenge arbeitet, einen gewissen Einfluß. Dies ist verständlich, weil bei hohem Ölverbrauch das Öl in der Zeiteinheit öfter umläuft, dadurch stärker beansprucht wird und mehr Schlamm und Alterungsprodukte absetzt.

Bei dem beschriebenen Versuchsverfahren verläuft auch die Alterung des Umlauföles verhältnismäßig gut reproduzierbar, und es lassen sich Aussagen über das Verhalten der Öle zumindest für die vorliegenden Betriebsbedingungen machen. Die nach 10 Stunden erhaltenen Änderungen der Alterungswerte sind in der Zahlentafel 2, in welcher auch noch einmal die Gesamtschlammmenge und der Kolbenringabrieb angegeben sind, für die gleichen Versuche aufgeführt. Man sieht hier zum Beispiel, daß das synthetische Öl 1880/5 eine eindeutig geringere Zunahme der Viskosität und auch des Conradsontestes zeigt als z.B. Rotring D, während das gefettete Flugöl ASM/D 3 in bezug auf die Viskositätszunahme zwischen beiden liegt. Die Werte des Conradsontestes dagegen erscheinen hier am höchsten.

Kraftstoff	Kolbenringabrieb (mg 100 St)			Gesamtschlamm (mg)			Eisen im Schlamm (mg)		
	A	B	C/D/E	A	B	C/D/E	A	B	C/D/E
Eichöl	19	17,5	80	495	379	475	39	50	109
1842	23	18	—	340	270	—	17	24	—
D3	60 ²⁾	10	132 ²⁾	268	348	832 ²⁾	36	12	109
1880	—	13	80	—	280	439	—	19	110

²⁾ Kolbenringe teilweise fest, Laufzeit deshalb verkürzt

Kraftstoff	Ölalterung nach 10 Stunden						Zunahme vor		
	Viskosität (50°C)			Harz und Asphalt			Conradsontest		
	A	B	C/D/E	A	B	C/D/E	A	B	C/D/E
Eichöl	9,8	2,6	6,9	20,9	10,9	18,2	1,6	0,65	1,1
1842	3	3,6	—	4,8	5,2	—	0,7	0,38	—
D3	4,6	2,0	5,0	11,5	3,9	13	1,35	0,6	1,7
1880	—	1,7	3,8	—	10,7	18	—	0,5	0,8

Zahlent.2: Verschlammung, Abrieb und Alterung im NSU-Motor

Die Zunahme des Conradsontestes scheint zumindest bei den 3 Ölen 1880/5, Rotring D und ASM/D3 in einem gewissen Zusammenhang mit der Laufzeit bis zum Ringstecken zu stehen, wie aus Zahlent.2 hervorgeht. Die Werte für den Harz- und Asphaltgehalt (Bleicherdenmethode) deuten auf einen gewissen Zusammenhang mit der ausgeschleuderten Schlammmenge hin.

Die Ergebnisse hinsichtlich des Abriebes erscheinen bis jetzt noch nicht so klar. Sie sind aber immerhin viel einheitlicher als die bei den Ringsteckversuchen ermittelten Werte. Hier zeigt sich zunächst, wie schon angeführt, ein beachtlicher Einfluß des Kraftstoffes, dem wir in der nächsten Zeit weiter nachgehen wollen. Wir glauben, daß bei weiterem Verfolgen des eingeschlagenen Weges wir auch hinsichtlich des Abriebes zu einer gewissen, wenn auch nur rohen, aber immerhin brauchbaren Bewertung der Öle im NSU-Motor kommen können. Im übrigen dürfte auch zwischen dem Abrieb und dem gebildeten Schlamm ein gewisser Zusammenhang bestehen, was wohl mit der katalytischen Wirkung der feinen Eisenteilchen erklärt werden kann. Das Ausschleudern des Schlammes in der beschriebenen Weise hat auf die Laufzeiten zum Ringstecken bis jetzt keinen Einfluß erkennen lassen, zumindest konnte eine Verlängerung der Laufzeit nicht beobachtet werden.

Unsere Erfahrungen mit der geschilderten Prüfungsmethode sind zwar noch nicht sehr umfangreich. Die Möglichkeit einer gleichzeitigen Ölprüfung auf Schlamm Bildung, Alterung des Umlauföles und Abrieb, wobei nebenher noch der Ölverbrauch und auch wenigstens besonders ungünstiges Verhalten hinsichtlich des Kolbenringsteckens beobachtet werden kann, ist uns aber doch heute schon wertvoll bei der Entwicklungsarbeit auf dem Gebiet der synthetischen Öle.