

Nur zum Dienstgebrauch
im Geschäftsbereich des Empfängers

G1
G3

000201

Deutsche Luftfahrtforschung

Untersuchungen und Mitteilungen Nr. 573

Entwicklung eines Betriebsstoff-Dauerprüf-Verfahrens im NSU-Motor
H. Schökel

Verfaßt bei

Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt, E. V.

Institut für Betriebsstoffforschung

Berlin-Adlershof

Zentrale für wissenschaftliches Berichtswesen bei
der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt, E. V.

Berlin-Adlershof / Fernruf 63 82 11

000202

Zur Beachtung!

Dieser Bericht ist bestimmt für die Arbeiten im Dienstgebrauch des Empfängers. Der Bericht darf innerhalb dieses Dienstgebrauchs nur an Persönlichkeiten ausgehändigt werden, die aus dem Inhalt Anregungen für ihre Arbeiten zu schöpfen vermögen.

Verwendung zu Veröffentlichungen (ganz oder teilweise), sowie Weiterleitung an Persönlichkeiten außerhalb des Dienstgebrauchs des Empfängers ist ausgeschlossen.

Der Bericht ist unter Verschuß zu halten. Panzer-verschuß nicht erforderlich.

**Entwicklung eines Betriebsstoff-Dauerprüf-

 Verfahrens im NSU-Motor.
**

Übersicht: Im vorliegenden Bericht wird untersucht, inwieweit sich ein luftgekühlter Motorradmotor normaler Ausführung zur Prüfung des Dauerverhaltens von Betriebsstoffen eignet. Die dabei aufgetretenen Störungen und die Maßnahmen zu ihrer Beseitigung werden besprochen.

Die Temperaturabhängigkeit zweier Öle wurde dann untersucht und ergab parabelähnliche Kurven. Bei einer Kerzenringtemperatur von 400°C erhält man Laufzeiten, die sich wie die im Siemens- und BMW 132-Ölprüfmotor gefundenen Werte verhalten.

- Gliederung:**
1. Einleitung
 2. Versuchseinrichtung
 3. Versuchsdurchführung
 4. Versuchsergebnisse
 5. Zusammenfassung
 6. Literaturübersicht

Der Bericht umfaßt:

- 11 Seiten mit
- 2 Abbildungen und
- 2 Zahlentafeln.

Institut für Betriebsstoffforschung
 der
 Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt, E.V.

Der Bearbeiter:

H. Schökel

H. Schökel

1. Einleitung

Die motorische Schmierstoffprüfung wurde in der DVL bisher in zwei verschiedenen Motortypen durchgeführt. Beide Verfahren haben ihre Mängel, die das im folgenden beschriebene Verfahren vermeiden soll. Die Versuchsdurchführung im BMW 132-Einzyliermotor ist mit sehr großem Zeit- und Kostenaufwand verbunden, ergibt aber genaue Werte ^{1,2)}; das Verfahren im Siemens-Ölprüfmotor ergibt Werte, die im Verhältnis zu den Versuchsergebnissen des BMW 132 zu sehr streuen ^{3,4)}, ferner ist es nicht möglich, die Unterschiede im Dauerverhalten der Kraftstoffe im Siemensmotor einwandfrei zu bestimmen. Aus diesen Gründen wurde ein Prüfverfahren in einem kleinen hochbelastbaren Einzyliermotorradmotor entwickelt.

2. Versuchseinrichtung.

Für die Durchführung der Versuche wurde ein Motorradmotor mit der Typenbezeichnung 501 O/S der NSU-D-Rad Vereinigte Fahrzeugwerke A.-G. gewählt.

Der Motor hat 494 cm Hubvolumen, ein Verdichtungsverhältnis $\epsilon = 1:6$ und leistet bei $n = 4400$ U/min 20 PS. Die Maschine wurde auf einem festen Sockel aufgebaut und über eine Doppelgelenkscheiben-Kupplung mit einer Junkers Wasserbremse B 2 k verbunden.

Der Kraftstoff fließt dem Motor von oben über ein abschaltbares Meßglas zu. Der Kraftstoffdruck auf den Vergasern beträgt etwa 1000 mm WS. - Für die Aufbereitung des Kraftstoff-Luftgemisches wurde ein, nach Angaben der DVL umgebauter Vergaser Ke 27 der Ehrlich & Graetz A.-G., Berlin, verwendet. Der Vergaser besitzt zur Verbrauchseinstellung im Gasschieber eine während des Versuches verstellbare konische Düsenadel. Mit dieser Einrichtung läßt sich der Verbrauch von etwa 200 g/PSH bis auf 400 g/PSH stufenlos einstellen.

Als Schmierstoffbehälter dient ein etwa 2 kg Öl fassendes Glasgefäß mit einstellbarer selbsttätiger Heizvorrichtung (500 Watt Heizleistung). Von diesem Behälter fließt Öl durch eine wärmeisolierte Rohrleitung der im Motor eingebauten Druckpumpe zu. Von dieser Druckpumpe gelangt ein Teil des Öles durch eine 1 mm weite Düse in die hohle Kurbelwelle und von da als Spritzöl an den Zylinder, ein anderer Teil des Schmierstoffes wird durch eine Steigleitung in die Steuerkammer am Zylinderkopf gefördert und schmiert die Ventilsteuern und die Ventilschäfte. Das abfließende Öl gelangt durch das Stoßtangenschutzrohr in das Kurbelgehäuse. Aus dem Kurbelgehäuse wird das Öl durch eine zweite Ölpumpe abgesaugt und durch einen regelbaren Ölkühler dem Ölbehälter wieder zugeführt. Außerdem wurde zur Öl-mengenbegrenzung im Motor eine Kurzschlußleitung zwischen Druckleitung und Rückförderleitung eingebaut. Die Öltemperaturen werden in der Zu- und Abflußleitung am Motor mittels Fernthermometer gemessen.

Die im Kurbelgehäuse sich sammelnden Ölgase werden durch eine Rohrleitung der Staubblende eines DVL-Ölgasmeßgerätes 5) zugeleitet. Zu dem Zweck ist es notwendig, das Kurbelgehäuse an der Antriebsachse durch eine Filzabdichtung gegen Ölgasverluste abzudichten. Das von der Ölrückförderpumpe mit dem Öl in das Stauglas geförderte Ölgas wird ebenfalls der Staubblende zugeführt, um eine einwandfreie Messung zu erreichen. Bei diesen Versuchen ergab eine Blende von 1,6 mm Durchmesser die günstigsten Kurven.

Die sich am Zylinder einstellenden Temperaturen werden am Zylinderfuß im Windschatten und am Kerzenring gemessen. Die Elemente bestehen aus Chromnickel-Konstantan-Draht und sind am Zylinderfuß im Kurbelgehäuse und im Kerzenring eingenieter. Außerdem wird noch die Temperatur im Verbrennungsraum mit dem DVL-Thermoelement gemessen; zu dem Zweck wurde im Zylinderkopf gegenüber der Zündkerzenbohrung unter dem Steuergehäuse eine Bohrung für 12 mm Kerzengevinde eingearbeitet, in der das DVL-Thermoelement eingesetzt wird.

Zur Kühlung des Zylinders dient ein Gebläse mit 2,65 PS Leistungsaufnahme. Die Kühlluft wird durch den Zylinder sehr genau angepasste Leitbleche geführt und durch eine vorgeschaltete Drosselklappe reguliert.

3. Versuchsdurchführung.

Nach verschiedenen Vorversuchen wurden für den verwendeten Motor folgende Belastungs- und Temperaturbedingungen festgelegt.

Es wurde bei $n = 3500$ U/min. eine Leistung $N = 12,5$ PS (Zahlentafel 1) eingestellt bei 250 g/PSH Kraftstoffverbrauch. Als Kraftstoff wurde ein Fliegerbenzin der Klasse OZ 87 verwendet. Um bei diesen Bedingungen hohe Kolbentemperaturen zu erreichen, muß das Kühlgebläse stark gedrosselt werden. Dies führte anfangs zu Ventilstörungen und Kraftstoffklopfen. Die vorerwähnten Schwierigkeiten wurden durch folgende Maßnahmen abgestellt: Wie verschiedene Untersuchungen zeigten, ist das Ringstecken im Motor von der am Ringträger herrschenden Temperatur abhängig. ⁶⁾ Daher wurden alle Maßnahmen in der Richtung getroffen, daß möglichst nur die Temperatur des Ringträgers am Kolben erhöht wurde.

Durch Vorverlegen des Zündzeitpunktes auf 40° v.o.T. wurde die Verbrennungsraumtemperatur erhöht. Bekanntlich sinkt hierdurch die Abgastemperatur ⁷⁾, wodurch das Auslaßventil entlastet wird. Zur Kontrolle der Zündung wurde zwischen Motor und Bremse ein ständig anzeigender Zündzeitpunktanzeiger ²⁾ eingebaut. Da bei den ersten Versuchen die Bronze-Ventilführungen infolge der hohen Zylinderkopftemperaturen die Ventilschäfte festklemmten, wurden bei den folgenden Versuchen Führungen aus Zylinderguß Eisen eingebaut.

Der Kolben wurde, um die Wärme am Ringträger zu stauen, am Kolbenschaft etwa 1 mm tief freigedreht, sodaß oben und unten am Schaft etwa 10 mm als Führungsflächen im Zylinder tragen. Die beiden Dichtungsringe wurden mit 0,04 mm

seitlichem Spiel eingesetzt. Um den Ölverbrauch möglichst klein zu halten, wurde die Claustrittstemperatur auf 85°C festgelegt.

Vor jedem Lauf muß der Motor sehr gut gereinigt werden. Nach dem Zusammenbau wird das Öl im Ölbehälter auf etwa 80°C vorgewärmt und der Motor angefahren. Im Leerlauf wird die Zündung auf 40° v.o.T. eingestellt. Danach wird der Motor belastet und zwar so, daß 10 Minuten nach dem Anfahren die vorgesehene Leistung und der Kraftstoffverbrauch erreicht sind, dann wird die Kerzenringtemperatur mit Hilfe der Kuhliluft eingestellt.

Infolge zu großer Gasschwankungen beim Einstellen des Motors wird erst 30 Minuten nach Versuchsbeginn der Staudruck der Kurbelgehäusegase auf den Geber des Gasmengeßgerätes gegeben.

Der Versuch wird dann bei konstanter Kerzenringtemperatur und unverändertem Ansaugquerschnitt fortgeführt bis ein Leistungsabfall von mindestens 1,5 v.H. und ein gleichzeitiges Ansteigen der Gasdurchtrittskurve eintritt (Abb.1). Der Motor wird dann abgestellt und abgebaut.

4. Versuchsergebnisse.

Da die Bestimmung der Laufzeit bei einer einzigen Kerzenringtemperatur kein genügendes Urteil über das zu untersuchende Öl zuläßt, wurden zwei Öle, A 3 und C 2, entsprechend dem von F. Glaser im DVL-Bericht FB 1022 vorgeschlagenen Prüfverfahren 8) untersucht, d.h. es wurden die Laufzeiten bei gleichen äußeren Bedingungen, aber verschiedenen Kerzenringtemperaturen bestimmt. Es ergaben sich dabei Kurven, deren Verlauf große Ähnlichkeit mit dem einer Parabel hat (Abb.2). In Zahlentafel 2 sind die Versuchswerte zusammengestellt. Aus Zeitmangel konnte die Kurve mit dem Öl C 2 nur jenseits der kritischen Temperatur bestimmt werden; ihr weiterer Verlauf ist deshalb, entsprechend den Versuchsergebnissen am BMW 132, gestrichelt eingezeichnet.

Bei einer Kerzenringtemperatur von etwa 400°C ergeben sich für die beiden Öle ähnliche Laufzeiten wie bei den entsprechenden Versuchen im Siemens- und BMW 132-Ölprüfmotor.

Die hier beschriebenen Versuche ergeben die Eignung des Prüfstandes für Betriebstoffuntersuchungen; durch systematische Untersuchungen müßten aber noch die Einflüsse des Kraftstoffverbrauches, der Drehzahl, der Leistung, des Öldruckes, des Kolben- und Kolbenringspieles geklärt werden, um die Ergebnisse, ähnlich den Versuchen im BMW VI-Einzyliermotor, korrigieren zu können.

5. Zusammenfassung.

In dem vorliegenden Bericht werden der Aufbau und die Versuchsergebnisse eines Schmier- und Kraftstoffprüfstandes mit einem kleinen, schnelllaufenden, hochbelastbaren Einzyliermotor beschrieben. Es werden die Maßnahmen angegeben, die zur Erhöhung der Kolbenringtemperatur führen, ohne daß Kraftstoffklopfen oder eine Überlastung der Ventile auftrat. Die Versuchsergebnisse entsprechen bei der Kerzenringtemperatur von 400°C den im Siemensölprüfmotor und im BMW 132-Einzyliermotor gefundenen Werten. Die Bestimmung der Laufzeiten zweier Öle bei verschiedenen Kerzenringtemperaturen ergab eine parabelähnliche Abhängigkeit.

6. Literaturübersicht

- 1) H. Wenzel, Entwicklung eines Prüfverfahrens im Flugmotoren-Einzylinder für die Neigung der Flugmotorenöle zum Kolbenringverkleben; DVL-Bericht UM 494, 1937
- 2) H. Schökel, Verbesserung & Vereinfachung der Schmierstoffprüfung im BMW 132-Flugmotoren-Einzylinder; DVL-Bericht UM 546, 1938
- 3) H. Wenzel, Untersuchung der Schmieröle im Prüfmotor, Ringbuch der Luftfahrttechnik IV C 7
- 4) H. Schökel, Laufzeiten von 10 Schmierölen im BMW 132- und Siemens-Ölprüfmotor; DVL-Bericht UM 510, 1938
- 5) W. Glaser, Ein neues Gasmengenmeßgerät zur Beobachtung des Gasdurchtritts in das Kurbelgehäuse; ATZ 1938, Heft 23, S. 616/620
- 6) H. Schökel, Untersuchungen über das Kolbenringverkleben im Siemens-Ölprüfmotor bei Verwendung von Leichtmetallkolben; DVL-Bericht UM 552, 1938
- 7) W. Glaser, Motorische und atmosphärische Einflüsse auf die Temperaturmessung am Einzylinderversuchsmotor; DVL-Jahrbuch 1937, S. 538/542 bzw. Jahrbuch der Deutschen Luftfahrtforschung, S. II 247/51
- 8) W. Glaser, Einfluß der Betriebsbedingungen auf die Laufzeit bis zum Kolbenringfestgehen; DVL-Bericht FB 1022, 1939

Zahlentafel 1

Zusammenstellung der Kennwerte des Motors

Motor		1 Zyl. Viertakt
Zylindermaterial		Graugus
Kolben	"	Aluminium KS 245
Kühlung		Luft
Verdichtung		1:6
Hubraum	cm	494
Drehzahl	U/min	3500
Leistung	PS	12,5 ± 0,5
Zündung	°v.o.T.	40 ± 1
Zündkerze (Bosch)		DE 200-G 1 oder II 225-T 39
Kraftstoff		Bleibenzin OZ 87
Kraftstoffverbrauch	g/PS _h	250 ± 5
Schmierstoff		verschieden
Schmierstoffmenge	kg	2,5
Ültemperatur		
Eintritt	°C	40
Austritt	"	90 ± 5
seitl. Spiel d. 1. Kolbenringes		0,04 mm
" " " 2. "		0,04 "
Ventilspiel		
Einlaß		0,05 mm
Auslaß		0,05 "

Zehrentafel 2
Zusammenstellung der Versuchswerte

Versuchs-Kr. Schmierstoff Sing.-Nr.	3901	3902	3903	3904	3907	3908	3909	3910
Leistung PS	251/38	251/38	^{A 3} 251/38	251/38	18/39	18/39	^{C 2} 18/39	18/39
Drehzahl U/min.	13,41	13,07	12,54	12,55	12,24	12,16	12,44	12,58
Zündpunkt v.o.T.	3520	3516	3414	3465	3460	3450	3467	3492
Kraftstoff- verbrauch g/PS h	40	40	40	40	40	40	40	40
Öltemp. Eintritt °C	249	256	255	255	260	255	252	253
" Austritt "	60	42	40	40	46	45	50	45
Kerzenring- temp. °C	82	88	87	88	93	93	94	88
Zyl.Flansch- Temp. °C	376	398	418	438	408	407	402	413
Verbr. Raum- Temp. °C	113	126	130	135	131	137	131	-
Laufzeit h	716	664	696	704	692	690	696	682
Leistungs- abfall %	10,4	7,75	7,5	9,6	4,5	4,6	4,0	5,75
l. Ring fest %	2	3	2	2		1,6	3	3,4
	0	50	10	35	100		10	30

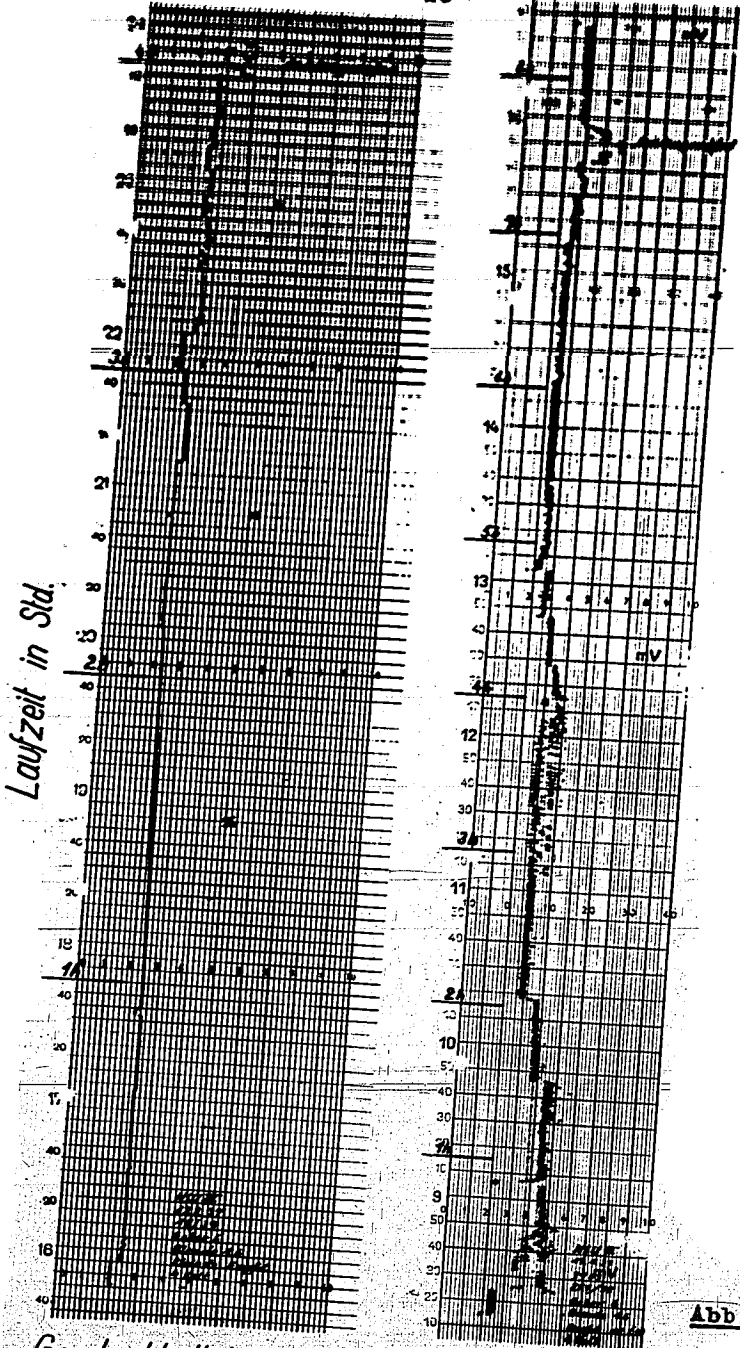


Abb. 1

Gasdurchtrittskurven zwei verschiedener Öle

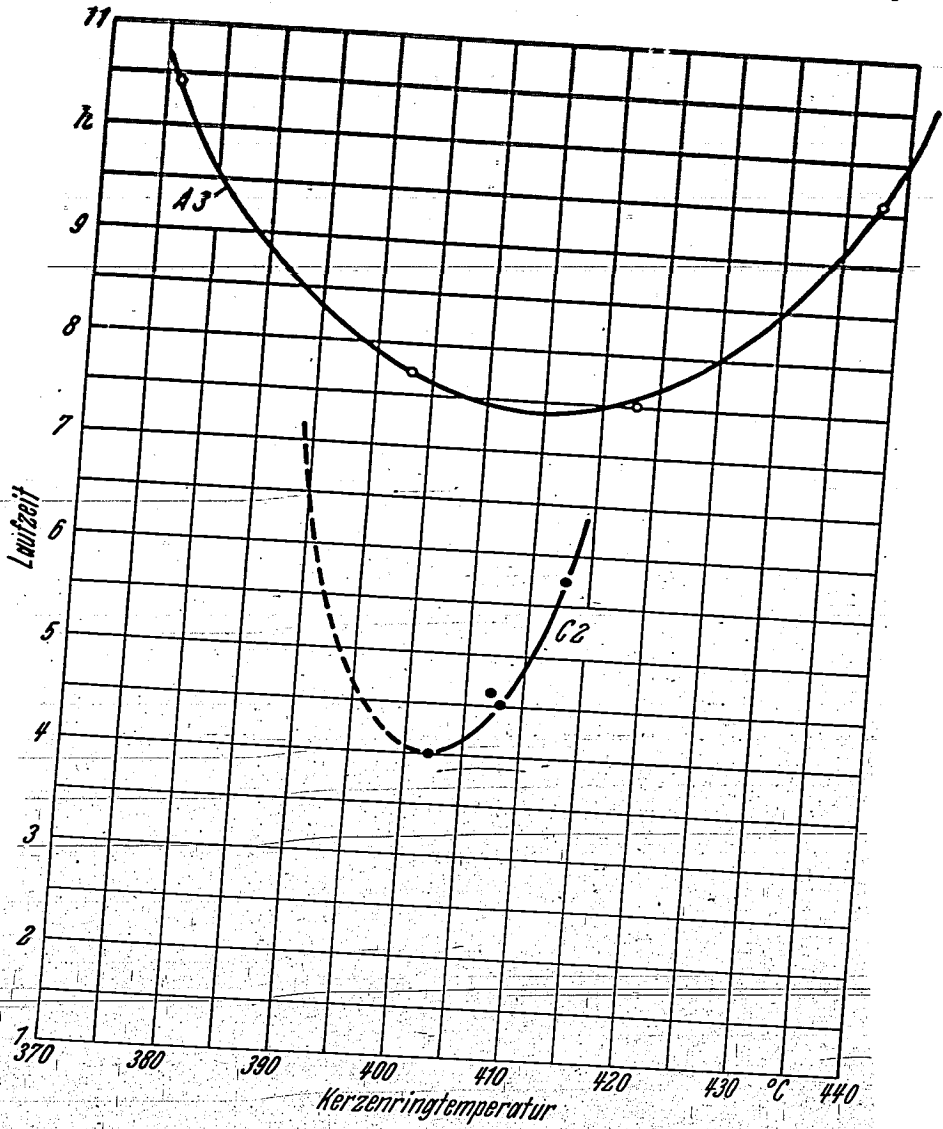


Abb.2 Laufzeit in Abhängigkeit von der Kerzenringtemperatur