

## Die Verwendung des I.G.-Prüfmotors zu Schmierstoffversuchen

von Dipl.Ing.Halder

Techn.Prüfstand Oppau, I.G.Farbenindustrie A.G.Ludwigshafen.

Der Technische Prüfstand der I.G.Farbenindustrie hat sich neuerdings auch mit Ringsteckversuchen an Kleinmotoren beschäftigt. Als besonders geeignet erschien uns der I.G. - Prüfmotor zur Klopfwertbestimmung.

Der allgemeine Aufbau des Motors dürfte bekannt sein. In folgendem Bild (1) seien zwei Schnittzeichnungen durch den Motor gezeigt. Er arbeitet im 4-Takt, besitzt einen Hub von 100 und eine Bohrung von 65 mm.

Alle für die Kraftstoffprüfung erforderlichen Teile, wie Verdichtungsverstellung mit Skala, Springstiftindikator usw., wurden weggelassen. Das Verdichtungsverhältnis blieb für alle Versuche auf 1 : 5,5 unveränderlich.

Der Motor arbeitet mit einem Leichtmetallkolben; es kommen also dieselben Metalle mit dem Öl in Berührung wie im Grossmotor, ein Umstand, der im Hinblick auf eine etwa vorhandene, katalytische Wirkung auf den Schmierstoff wichtig ist.

Schwierigkeiten bereiteten anfänglich die Ventile, besonders das Auslassventil, das häufig schon nach wenigen Stunden undicht wurde und zu einem Abfallen der Leistung Anlass gab. Durch die Verwendung der neuen bleibenzinfesten Ventile des I.G.-Prüfmotors konnte dieser Übelstand behoben werden.

Als sehr vorteilhaft, besonders im Hinblick auf eine einfache Bedienung, erwies sich die Tatsache, dass der I.G.-Prüfmotor durch einen Riementrieb mit einem Asynchron-

generator gekuppelt ist, der auf das Drehstromnetz arbeitet. Auf diese Weise erübrigt sich jede Drehzahlregulierung, denn der Motor läuft so mit nur sehr geringen Schwankungen ständig auf gleicher Tourenzahl.

.Günstig ist auch die Tatsache, dass der Motor nasse Zylinderlaufbüchsen besitzt. So wird nicht nur die Erneuerung der Kolbenlaufbahn einfach und billig, sondern -was noch wichtiger ist- man erhält immer eine gleichbleibende Wärmeabfuhr, denn die Wandstärke dieser Büchsen ist immer die gleiche. Dieser Umstand ist für die Einhaltung einer gleichbleibenden Kolbentemperatur von grosser Bedeutung.

Die hier angewandte Flüssigkeitskühlung bringt ebenfalls Vorteile mit sich. Sie ermöglicht eine Gleichmässigkeit der Temperatur der Zylinderbüchse, wie sie durch Luftkühlung niemals erreicht werden kann. Die Anwendung eines Kondensators zur Rückkühlung des verdampften Kühlmittels gestattet jede beliebige Temperatur auf bequeme Weise konstant zu halten. Als Kühlerflüssigkeit wurde Triglykol verwendet, das bei 260° siedet. Um niedrigere Verdampfungstemperaturen zu erzielen, wurde Triglykol in einem entsprechenden Verhältnis mit Diglykol, mit einem Siedepunkt von 195°, gemischt. Auf diese Weise kann man jede beliebige Temperatur zwischen 195 und 260°C herstellen.

Das Schmiersystem wurde für die Ölversuche abgeändert. Der Motor besitzt normalerweise Umlaufschmierung, wobei das Öl aus dem Sumpf durch eine Hajot-Pumpe angesaugt und tropfenweise in die hohlgebohrte Kurbelwelle gepumpt wird. Durch eine Bohrung durch den Kurbelarm gelangt das Öl ins Pleuellager und tritt dort als Spritzöl aus. Bei unseren ersten Schmierstoffversuchen wurde diese Anordnung auch beibehalten. Es zeigte sich aber bald, dass hier dieselben Schwierigkeiten auftreten wie am BMW 132. Man hat keine Kontrolle darüber, wieviel von dem in den Motor geförderten Öl tatsächlich am Pleuellager wieder austritt und wieviel durch Undichtigkeiten in das Kurbelgehäuse

zurückströmt, ohne sich an der Zylinderschmierung zu beteiligen. Jede Messung der stündlichen Ölumlaufrmenge ist zwecklos, wenn man keine Kontrolle darüber besitzt, wie sich das Öl im Motor verteilt. Wir haben dieses Problem auf einfache und radikale Weise gelöst. Das Öl wurde nicht mehr durch die Kurbelwelle dem Pleuellager von innen zugeführt, sondern durch eine Düse, die seitlich im Kurbelkasten, jedoch in einer Ebene mit dem Pleuel angebracht wurde. Auf diese Weise erhält das Pleuel bei jeder Umdrehung von aussen eine gleichbleibende Ölmenge, die dann verschleudert wird und so Zylinder und Kolben schmiert. Eine solche Anordnung ist jedoch nur möglich, wenn keine Gleitlager vorhanden sind. Hier zeigt sich wiederum der Vorteil des I.G.-Prüfmotors, dessen Kurbelwelle und dessen Pleuel in Kugel- bzw. Rollenlagern laufen, die sich mit der Schmierung durch Spritzöl und Öldampf begnügen. Dass dies möglich ist, zeigt das Beispiel unseres Motors, der mit dieser Art der Ölzufuhr bisher rund 200 Stunden ohne Beanstandung im Betrieb war.

Vom Schmiersystem ist ferner noch die Anordnung des Ölsumpfes von Interesse. Das Öl wurde in einem Behälter ausserhalb des Motors gesammelt. Das erleichtert die Messung des Ölverbrauches und des Ölumlaufrs und die Anbringung einer Ölheizung. Die im Umlauf befindliche Ölmenge war sehr gering, sie betrug nur 0,8 ltr.

Über die Versuchsvorbereitung und -durchführung wäre kurz folgendes zu sagen. Eine Stunde vor Beginn des Prüflaufes wird die Kühlflüssigkeit und das Motorgehäuse elektrisch aufgewärmt. Die eingebaute Heizleistung erwies sich jedoch noch als zu schwach, denn es dauert nach dem Anfahren noch 45 Minuten bis die vorgeschriebene Temperatur erreicht ist. Da von Anbeginn mit offener Drossel gefahren wird, ist infolge der anfänglich niedrigeren Temperatur der Kühlflüssigkeit die Leistung höher als normal. Erst nachdem die Kühlflüssigkeit ihre vorgeschriebene Temperatur erreicht hat, stellt sich die Leistung auf ihre normale Höhe ein. Dies dauert jeweils 1/2 bis 3/4 Stunden.

1026

Während des Versuchs werden folgende Bedingungen konstant gehalten: Die Temperatur der Kühlflüssigkeit, die Motordrehzahl, der stündliche Kraftstoffverbrauch und der stündliche Ölumlaufl ( $= 300 \text{ cm/h}$ ). Eine Aufheizung des Schmierstoffs erfolgt nicht. Die Temperatur beim Eintritt beträgt rund  $30^{\circ}\text{C}$ .

Die für das Versuchsende wichtigsten Grössen, nämlich die Leistung und der Druck im Kurbelgehäuse, deren Änderung das Ringstecken anzeigt, werden genau beobachtet und mit Schreibern aufgezeichnet. Abb. 2 gibt für einen Versuch den Verlauf der Leistung und des Drucks im Kurbelgehäuse während der Dauer eines Laufes wieder. Man erkennt, dass beim Anfahren die Leistung am grössten ist und -wie bereits erwähnt- erst nach etwa 30 Minuten die Normalleistung erreicht. Auch der Gasdurchtritt ist anfänglich sehr hoch. Dies dürfte sowohl auf die erhöhte Leistung als auch auf die noch nicht eingelaufenen Kolbenringe zurückzuführen sein. Während des weiteren Laufes bleibt die Leistung konstant, der Druck im Kurbelgehäuse ändert sich nur unwesentlich bis dann beim Festgehen der Ringe der Druck sehr stark ansteigt, wobei gleichzeitig ein Leistungsabfall von etwa 20% erfolgt. Ein derartig deutliches und überzeugendes Versuchsende ist zweifellos ideal. Es tritt aber leider nur bei etwa  $2/3$  aller Versuche in dieser Weise ein; bei den übrigen wurde vor dem Gasdurchtritt ein Leistungsabfall von etwa 5% beobachtet, der sich dann im Augenblick des Durchblasens noch weiter verstärkte. Ein Beispiel hierfür zeigt Abb. 3. Man erkennt den 1. Leistungsabfall nach 11 Stunden und  $1 \frac{3}{4}$  Stunden später starken Gasdurchtritt und mit nochmaligem Leistungsabfall. Man kann annehmen, dass bereits nach dem ersten Leistungsabfall ein Ringstecken erfolgt ist, wenigstens konnte bei einer Nachprüfung eines dieser Fälle diese Vermutung bestätigt werden. Es scheint, dass die am Kolben besonders in der Gegend der Ringe sich ablagernde Ölkohle ein Abdichten des Kolbens ver-

ursacht, sodass trotz Ringsteckens zunächst kein merklich erhöhter Gasdurchtritt zu beobachten ist. Erst allmählich verschaffen sich die Gase am Kolben vorbei Zutritt in das Kurbelgehäuse. Dass dieser Vorgang manchmal sehr träge und zähe vor sich geht, zeigt Abbildung 4. Hier erfolgt nach dem ersten Leistungsabfall nach  $6\frac{1}{2}$  Stunden ein kurzzeitiges Erholen, dann ein zweiter Leistungsabfall bis schliesslich erst beim dritten ein kräftiger Gasdurchtritt sich bemerkbar macht.

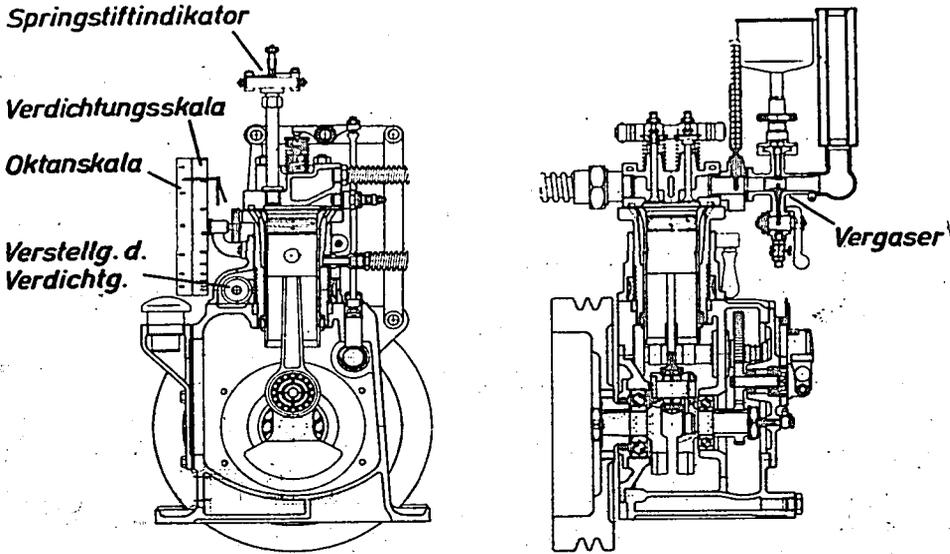
Diese ab und zu vorkommende starke Verzögerung des Durchblasens beeinträchtigt die Eindeutigkeit des Versuchsendes. Der Leistungsabfall allein ist als äusseres Zeichen des Versuchsendes nicht auffallend und deutlich genug um vom Bedienungspersonal in allen Fällen einwandfrei erkannt zu werden. Es wäre daher sehr wünschenswert, wenn man das so ausserordentlich deutliche Ansteigen des Kurbelgehäusedruckes als einwandfreies Kriterium für das Festgehen der Kolbenringe gelten lassen könnte. Vielleicht gelingt es durch eine entsprechende Formgebung des Kolbens hier eine Abhilfe zu schaffen. Es scheint auch, dass diese Verzögerung des Gasdurchtritts mit der Lage des Ringstosses des ersten Ringes in Zusammenhang steht. Um diese Frage zu klären sind weitere Beobachtungen in dieser Hinsicht notwendig.

Wichtig für die Beurteilung der Verwendbarkeit eines Kleinmotors ist ausser der Wiederholbarkeit der Versuche vor allem die Frage, in welchem Verhältnis stehen die Ergebnisse zu denen am Grossmotor und zu denen der Praxis? Abb. 5 zeigt die Ergebnisse einiger Versuche mit vier Ölen bei verschiedener Temperatur der Kühlflüssigkeit, wobei für jeden Versuch zwei Laufzeiten eingetragen wurden, die sich ergeben, wenn man sowohl den ersten Leistungsabfall als auch den Gasdurchtritt berücksichtigt.

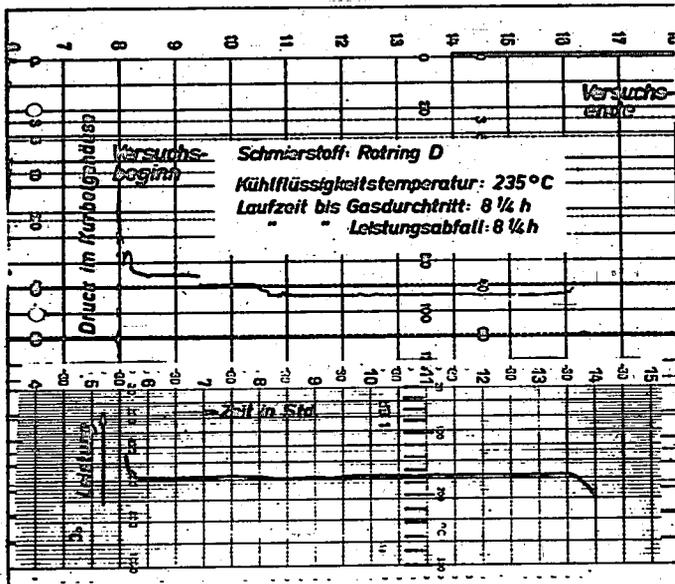
Bei den hier gezeichneten Kurven wurde -entsprechend der vorhin dargelegten Erkenntnis- die Laufzeit bis zum Leistungsabfall zugrunde gelegt. Darnach ergibt sich besonders bei niederen Temperaturen eine deutliche Überlegenheit des Rotrings über Aeroshell, was auch den Erfahrungen am BMW - Einzylinder entspricht. Der synthetische Schmierstoff SS 978 S<sub>2</sub> 0,04 erzielte im BMW 10 Stunden, lag also etwas besser als Rotring D. Zum gleichen Ergebnis führten auch -wie man sieht- die beiden Versuchsläufe im I.G.-Prüfmotor. Von SS 902 F 25 ohne Zusatz liegt nur ein Versuch vor; er entspricht aber durchaus der am BMW erzielten langen Laufzeit von 16 Stunden.

Man sieht also, dass zwischen dem I.G.-Prüfmotor und BMW - Einzylinder hinsichtlich Gütereihenfolge völlige Übereinstimmung herrscht. Das Bild lässt ausserdem -wenigstens an Hand von zwei Beispielen- erkennen, dass bei zunehmender Temperatur des Kühlmittels die Laufzeiten nicht nur kürzer werden, sondern auch sehr nahe zusammenrücken, sodass ein Unterschied kaum noch feststellbar ist.

Das sind die Ergebnisse der ersten Versuchsreihe, die mit diesem Motor durchgeführt wurde. In Anbetracht der Tatsache, dass der Versuchsanlage noch manche Mängel anhaften, kann man mit den Ergebnissen vorerst zufrieden sein. Wir haben inzwischen einen weiteren I.G.-Prüfmotor als Ölmotor umgebaut und dabei alle bei diesen Versuchen gewonnenen Erfahrungen verwertet. Es ist zu hoffen, dass damit Ergebnisse erzielt werden können, die nicht nur die am BMW 132 ergänzen sondern mit der Zeit auch ersetzen können.

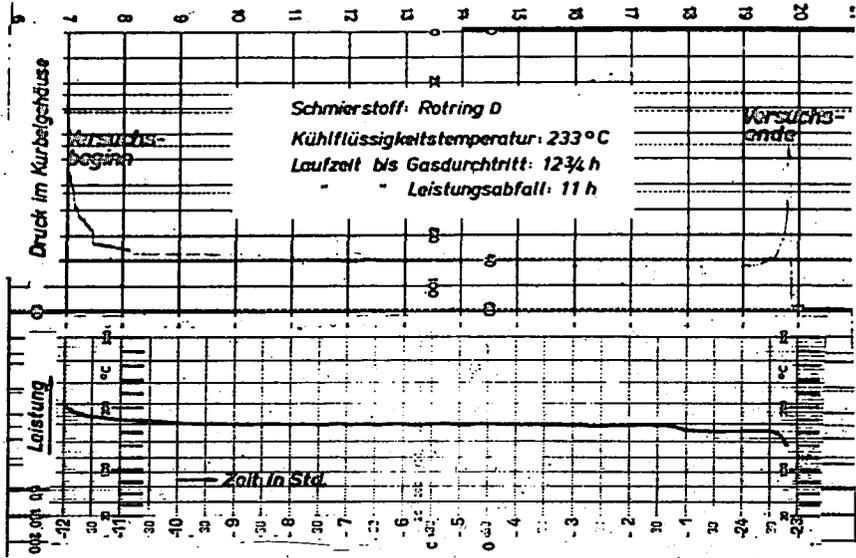


**Abb. 1:** Schnitte durch den I.G.-Prüfmotor.

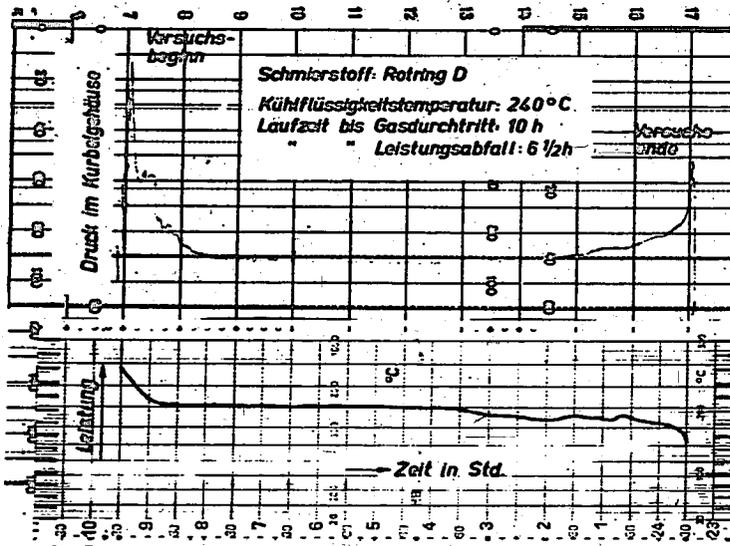


**Abb. 2:** Leistung und Kurbelgehäusedruck während eines Prüflaufes.

1300



**Abb.3:** Leistung und Kurbelgehäusedruck während eines Prüflaufes.



**Abb.4:** Leistung und Kurbelgehäusedruck während eines Prüflaufes.

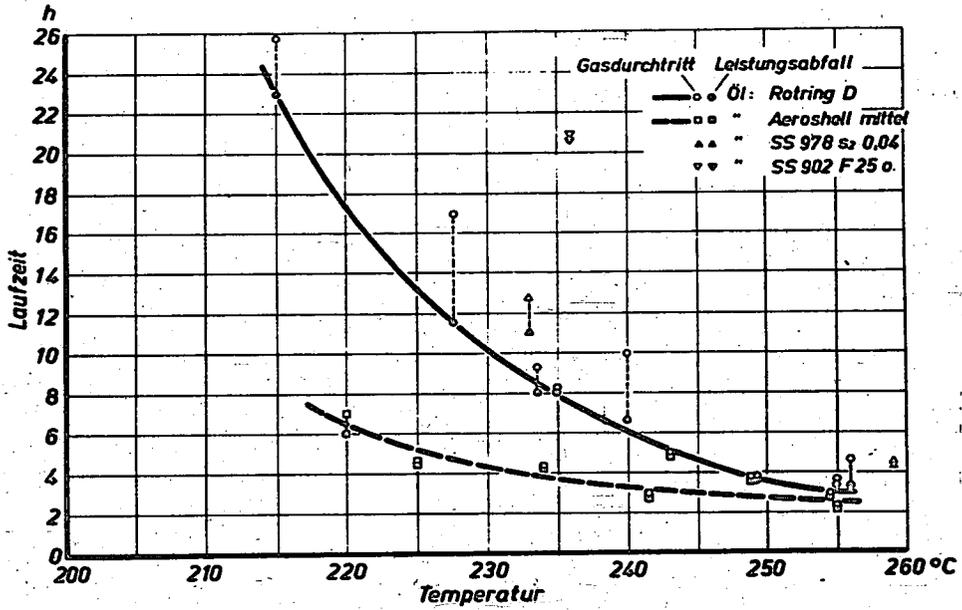


Abb.5: Laufzeiten von Prüfläufen in Abhängigkeit von der Kühlmitteltemperatur.