

**RUHRBENZIN**

Aktiengesellschaft

Oberhausen-Holtan

Prüfst. Schb/Vl.  
APr.

Ber. Nr. P 115

Versuchsbericht P 115

Entwicklung eines Verfahrens zur Prüfung  
von Motorenölen hinsichtlich des Kolben-  
fressens.

1. Bericht zum Teil a) des Kriegsauftrages  
Wa Prüf 6 /IV b S-006-877A/11.

Oberhausen-Holtan,  
15. Januar 1942

RUHRBENZIN AKTIENGESELLSCHAFT  
Prüfstab

Verteiler:

Oberkommando des Heeres Wa Prüf 6/IV b

Herrn Prof. Dr. Martin

" Dir. Dr. Hagemann

" Dir. Waibel

" Dir. Alberts

" Dr. Trauss

" Stv. Ing. Glar

" Dr. Schanz

Einführung:

In Verbindung mit der Einführung der Einheitsöle der Wehrmacht wurde vom HWA Ende 1940 an die Ruhrbenzin mit der Frage herangetreten, wie der Einfluss von Motorenölen auf das Kolbenfressen geprüft werden kann. Daraufhin wurden vom Prüfstand der Ruhrbenzin einige Versuche zur Klärung dieser Frage durchgeführt und ein entsprechendes motorisches Prüfverfahren vorgeschlagen. Zur Ausarbeitung dieser Prüfung wurde der obige Kriegsauftrag erteilt. Die Arbeiten sind nunmehr soweit abgeschlossen, dass laufende Ölprüfungen vorgenommen werden können.

Das Prüfverfahren:

Das Eintreten des Kolbenfressens wird von zahlreichen Umständen, wie der Werkstoffbeschaffenheit von Kolben und Zylinder, ihrer Oberflächengüte, den Einbauspielen, den auftretenden Temperaturen und der Beschaffenheit des Schmiermittels beeinflusst.

Vorausgesetzt, dass die erstgenannten Einflussgrößen gleichgehalten werden, könnte die Eignung des Schmiermittels durch die Kolbentemperatur bestimmt werden, bei welcher noch ein Betrieb möglich ist, ohne dass das Fressen eintritt. Eine genügend genaue und betriebssichere Methode zur Messung der Kolbentemperatur ist aber bis jetzt nicht vorhanden. Vom Prüfstand der Ruhrbenzin wurde daraufhin vorgeschlagen, an Stelle der Kolbentemperatur die Laufzeit vom Anfahren des Motors bis zum Eintreten des Kolbenfressens oder -Klemmens zu benutzen. Dies macht sich deutlich durch Nachlassen der Leistung, insbesondere durch Abfallen der Drehzahl bemerkbar. Es ist dabei natürlich notwendig, dass die Erwärmung des Motors und insbesondere des Kolbens stets etwa gleichartig verläuft. Dies kann bis zu einem gewissen Grad dadurch erreicht werden, dass der Anfahrversuch bis zum eintretenden Leistungsabfall unter möglichst gleichen Betriebsbedingungen vor sich geht.

Es erscheint allerdings aussichtslos die Laufspiele und die Oberflächenbeschaffenheit für jeden Versuch - auch bei Verwendung stets neuer Kolben und Zylinder - so genau wieder einzustellen, dass mit gleichem Öl stets gleiche Laufzeiten erzielt werden. Deshalb wird das zu untersuchende Öl in einer

Reihe von Kurzversuchen abwechselnd mit einem bekannten Bezugsöl gefahren und die Bewertung aufgrund mehrerer Laufzeitmessungen vorgenommen. Etwaige Änderungen der Betriebsverhältnisse werden sich so bei den verglichenen Ölen im Mittel in etwa gleicher Weise auf die Laufzeit auswirken. Die Differenz der Laufzeiten steht dann in einer Beziehung zu dem Unterschied der mit beiden Ölen bis zum Fressen erreichbaren Kolbentemperatur.

Da die Temperaturen im Motor beim Anfahren zuerst stark, dann immer weniger ansteigen, werden bei gleichem Unterschied der erreichbaren Endtemperaturen die Laufzeitunterschiede bei kürzeren Versuchen geringer als bei langen. Dies ist aus dem Kurvenblatt KPR 318 ersichtlich, wo für die üblichen Versuchsbedingungen der Temperaturanstieg an einer bestimmten Stelle des Zylinders abhängig von der Zeit nach dem Anfahren dargestellt ist. Deshalb ist für die Kühlung eine Einstellung anzustreben, derart dass das schlechtere der verglichenen Öle nach einer bestimmten Laufzeit - von etwa 15 Minuten - zum Kolbenfressen führt, und das bessere entsprechend länger läuft. Dies lässt sich aber wegen dem mit der Zeit sich ändernden Einlaufzustand und Laufspiel nicht immer erreichen. Die Auswertung erfolgt deshalb so, dass die gemessenen Laufzeitunterschiede mit Hilfe einer Kurve, die den am häufigsten gemessenen Temperaturverlauf am Zylinder abhängig von der Laufzeit wiedergibt, und wie sie auf KPR 318 dargestellt ist, in Temperaturwert umgesetzt werden.

Zur Einreihung einer Ölprobe in eine bestimmte Güteklasse stehen eine Reihe von Bezugsölen zur Verfügung, die sich in ihrem Verhalten über den bis jetzt bekannten Gütebereich einigermaßen gleichmäßig verteilen, von denen jedes einer bestimmten Gütestufe entspricht. Um zu einer absoluten zahlenmäßigen Bewertung zu gelangen, wird für eines der Bezugsöle eine bestimmte Gütezahll willkürlich gewählt, die größenordnungsmäßig der an einer bestimmten Stelle und für durchschnittliche Versuchsbedingungen gemessenen Zylindertemperatur bei eintretendem Fressen entspricht. Daraus ergibt sich auf Grund der Laufzeitunterschiede für alle anderen Bezugsöle ebenfalls eine bestimmte Gütezahll, der sogenannte "Fresswert".

Der Fresswert braucht natürlich nicht mit der bei den einzelnen Versuchen wirklich auftretenden Zylinder- oder Kolbentemperatur übereinstimmen, da sich diese ja mit den nicht so genau konstant zu haltenden Werkstoffeigenschaften, Einbauspelen und mit der Oberflächenbeschaffenheit ändern. Überdies braucht auch die Zylindertemperatur nicht ein Massstab für die das Kolbenfressen entscheidend beeinflussende Kolbentemperatur darzustellen. Einige direkte thermoelektrische Messungen haben zwar gezeigt, dass in erster Annäherung die Temperatur am Kolben und zwar an den Schaffpartien, wo das Fressen im allgemeinen zuerst eintritt, der an der gewählten Stelle gemessenen Zylindertemperatur entspricht. Unter dem beschriebenen "Fresswert" eines Öles kann man sich also mit einer gewissen Berechtigung eine Motor- oder Kolbentemperatur vorstellen, bei welcher unter gedachten, in jeder Hinsicht gleichbleibenden Versuchsbedingungen dieses Öl das Eintreten des Fressens nicht mehr verhindern kann.

Es wurde noch versucht, die Bewertung einfach aufgrund der Temperaturmessungen am Zylinder vorzunehmen. Dies hat sich aber als nicht durchführbar erwiesen, da hier Schwankungen auftraten, die wohl bei luftgekühlten Motoren nicht zu vermeiden und die wesentlich grösser sind, als der Streugrenze, die sich durch die Bewertung nach der Laufzeitmessung ergibt, entspricht.

Diese Streugrenze kann natürlich der Natur des motorischen Verfahrens entsprechend auch bei genauester Einhaltung der zugänglichen Versuchsbedingungen nicht unter ein gewisses Mass gebracht werden, das aber immer noch eine für die Praxis genügend genaue und sichere Bewertung der Öle gestattet.

Das beschriebene Verfahren ist allerdings nicht ohne weiteres anwendbar, wenn die Schmiermittel Zusätze enthalten, die für längere Zeit die Oberflächenbeschaffenheit von Kolben und Zylinder ändern, und damit auch die Ergebnisse der folgenden Vergleichversuche mit den Bezugsölen beeinflussen.

#### Versuchsrichtung.

Als Versuchsmotor wird der luftgekühlte Triumph-Doppelkolben-Zweitaktmotor 2B-25e verwendet, der sich wegen seiner hohen Literleistung und der dadurch bedingten hohen thermischen Beanspruchung als sehr geeignet erwiesen hat.

Er weist folgende Daten auf:

Hohlvolumen: 246 ccm  
Zylindersahl: 1 Doppelsylinder  
Bohrung: 45 mm  
Hub: 78 mm  
Dauerleistung: 12 PS  
Höchstrehzahl: 3850 U/min, nach Prospekt  
Schmierung: Frischöl

Zur Durchführung der Versuche wurden verschiedene Änderungen an der fabrikmässigen Ausführung des Motors vorgenommen. Das Anwerfen erfolgt mit einer Handkurbel. Um ihn durch eine Wasserwirbelbremse belasten zu können, musste ein Kupplungsstück für die Verbindung zwischen Motor und Bremse hergestellt und die Ölpumpe verastet werden. Zu ihrem Antrieb ist in den Getriebekasten eine Welle eingesetzt worden, die wieder durch eine Kette von der Kurbelwelle aus mit gleicher Drehzahl angetrieben wird. Die Fördermenge der Ölpumpe ist verstellbar. Für den abwechselnden Betrieb mit verschiedenen Ölen sind 2 Behälter, die mit je einem Messglas zur Ermittlung des stündlichen Ölverbrauches versehen sind, angebracht. Durch einen Dreiweghahn, der unmittelbar vor der Ölpumpe angeordnet ist, kann von einem auf das andere Öl umgeschaltet werden. Zur Spülung der Leitung zwischen Umschaltahahn und Motor ist an der tiefsten Stelle ein Ablasshahn vorgesehen. Leistung und Drehzahl werden in üblicher Weise mit Leistungswaage und Tachometer gemessen. Zur Temperaturmessung sind im Zündkerzendichtungsring und am Zylinder unterhalb der 1. Kühlrippe im Windschatten je ein Thermoelement angebracht. Der Zylinder wird durch einen frontal blasenden Luftstrom gekühlt, der durch einen Zentrifugalventilator erzeugt wird. Die Kühlluftmenge ist durch einen Schieber auf der Saugseite des Ventilators regelbar. Ihre Temperatur wird in Austrittsstellen des Ventilators gemessen.

#### Versuchsabführung.

Nach den Vorversuchen wurden folgende Betriebsgrößen für die Durchführung der Prüfung festgelegt:

Drehzahl: 2600 U/min.  
p<sub>amb</sub>: 4,35 kg/cm<sup>2</sup>  
Ölschicht: etwa 1,2 mm<sup>3</sup>/Umdr.

Die Kühlluftmenge wird wie bereits oben geschildert so einzustellen versucht, dass bei den Vergleichen das schlechte Öl nach etwa 15 Minuten zum Fressen führt. Laufzeiten unter 10 und über 60 Minuten werden bei der Auswertung normalerweise nicht berücksichtigt.

Wenn Abweichungen der Betriebsbedingungen von den angegebenen Werten für eine ganze Versuchsreihe beibehalten werden, beeinflussen sie die Bewertung kaum. So ergaben Unterschiede der Versuchsdrehzahl um etwa 10% und der Ölzufuhr um 40% keine unterschiedliche Beurteilung der Öle. Diese ist auch weitgehend davon unabhängig, ob die Kolben mit engem oder weitem Laufspiel eingebaut sind, oder ob sie eine lange oder kurze Einlaufzeit hinter sich haben und auch Fressspuren aufweisen. Es können deshalb eine grössere Anzahl von Versuchen ohne Erneuerung von Kolben und Zylinder durchgeführt werden. Zwischen den einzelnen Versuchen werden nur die Kolben gereinigt und feststehende Kolbenringe freigemacht, sowie die Ölleitung durchgespült. Nach einer Versuchsreihe wird das Kurbelgehäuse gründlich ausgespült.

Zur Festlegung der Qualität eines Öles erscheint es nach dem heutigen Stand des Verfahrens erforderlich das Prüfmuster mit 2 benachbarten Bezugsölen zu vergleichen und für eine Vergleichsreihe mit einem Bezugsöl 6 Versuche durchzuführen. Es ergeben sich so immer noch als Mindestwert etwa 12 Einzelversuche pro Öluster. Durch die Kürze der Einzellaufe ist es allerdings möglich, täglich etwa 4 Stück durchzuführen, wenn keine unvorhergesehenen Störungen eintreten. Die Prüfung kann mit einer Probenmenge von 2-3 ltr vorgenommen werden.

Die Messung der Zündkerzensitztemperatur und der Zylinder-temperatur an der angegebenen Stelle wurde bisher als Kontrollmassnahme beibehalten. Man kann daraus bei aus der Reihe fallenden Ergebnissen unter Umständen die Fehlerquelle erkennen und falsche Werte ausscheiden.

### Prüfungsergebnisse.

a) Bezugsöle. Zur Zeit werden 7 Bezugsöle angewandt. Sie sind von verschiedenartiger Herkunft und Herstellung, wie in Tabelle 1 angegeben ist. Ihre Analysen gehen aus Tabelle 2 hervor. Sie wurden nach ihrem Verhalten bei dem neuen Prüfver-

fahren und dem vorhandenen Vorrat ausgesucht.

Die in Tabelle 1 aufgeführten Fresswerte der Bezugsöle wurden aus einer Reihe von Versuchen ermittelt, deren einzelne Ergebnisse in der Abbildung KPr 319 aufgetragen sind. Die durchgehenden wagerechten Linien entsprechen den endgültig festgelegten Fresswerten der Bezugsöle. Die kurzen wagerechten Striche geben die bei jeder Versuchsreihe erhaltenen Fresswerte für das unten bezeichnete Öl an. Die dünnen senkrechten Verbindungslinien zeigen, mit welchem anderen Bezugsöl der Vergleich vorgenommen wurde. Ihre Längen stellen also ein Mass für die gemessenen Unterschiede der verglichenen Öle dar. Die dargestellten Ergebnisse zeigen ihre gute Reproduzierbarkeit.

Aus der Gegenüberstellung der Analysendaten und der Fresswerte ist weiterhin zu erkennen, dass kein allgemeiner Zusammenhang zwischen Viskosität und Fresswert besteht. Dieser mag allerdings bei Ölen gleicher Herkunft vorhanden sein. Auch zu anderen Analysenwerten konnten bisher keine Beziehungen gefunden werden.

Auffallend ist, dass das ungewöhnlich dünnflüssige synthetische Öl R der Ruhrbenzin eindeutig besser als das gefettete Öl ASL und die Wifo-Mischung RL 32 ist; ferner, dass das synthetische Öl K 188c (Ruhrchemie) besser als das in dieser Hinsicht als besonders hochwertig bekannte gefettete Aere Shell schwer ist.

#### b) Motoreinheitsöle.

Vom Heereswaffenamt waren weiterhin für die Entwicklung des Verfahrens eine Reihe von Einheitsölen der Wehrmacht verschiedener Herstellerwerken zur Verfügung gestellt worden. Ihre Analysen und die gemessenen Fresswerte gehen aus der Tabelle 3 hervor. Das Verhalten von 4 dieser Öle, nämlich Motanol, IG-Oppau, Rhenania und Meragol können als untereinander praktisch gleich und mit ziemlicher Genauigkeit dem Bezugsöl L (Gütestufe VI) entsprechend bezeichnet werden. Das Öl Viskobil war etwas besser und entsprach etwa dem gefetteten ASL (Gütestufe V). Alle 5 Öle dürften den von Zweitakt-Doppelkolbenmotoren bei scharfen Fahrbedingungen gestellten Anforderungen nicht genügen.

Fresswerte und praktisches Verhalten auf der Strasse.

Unabhängig von den Versuchen bei der Ruhrbenzin wurden von den Triumphwerken einigen Einheitsöle der Wehrmacht, nämlich die auch auf dem Prüfstand der Ruhrbenzin bewerteten Öle von IG-Oppau, Nerag und Rhenania-Ossag, das Wifo-Mischöl RL 32, sowie das gefettete ASS auf Gebirgs-Strassen in mehreren Kraftträdern mit Doppelkolbenzweitaktmotoren in Bezug auf das Kolbenfressen erprobt. Dabei ergaben sich folgenden Feststellungen:

Das gefettete Öl ASS ist besser als das Motoreinheitsöl der Wifo (RL 32). Die Öle der Rhenania-Ossag, Nerag und IG-Oppau sind ungünstiger als RL 32. Untereinander lassen sie keine Unterschiede erkennen.

Bei dieser scharfen Strassenprüfung war nur das Öl ASS den gestellten Anforderungen ganz gewachsen.

Die Strassenversuche ergaben also eine überraschend gute Übereinstimmung der Bewertung mit dem von der Ruhrbenzin entwickelten Verfahren. Dieses erscheint also geeignet, das praktische Verhalten der Öle hinsichtlich des Kolbenfressens zu beurteilen.

Zusammenfassung.

Gemäss Kriegsauftrag Wa Prüf 6 /IV b, S-006-8774/41 Teil a) wurde ein von der Ruhrbenzin vorgeschlagenes motorisches Verfahren zur Beurteilung des Verhaltens von Ölen beim Kolbenfressen soweit ausgearbeitet, dass nunmehr laufende Prüfungen vorgenommen werden können.

Die Prüfung erfolgt in einem Triumph-Zweitaktmotor. Die zu untersuchende Probe wird abwechselnd mit bekannten Bezugsölen in einigen Versuchsreihen gefahren und die erzielten Laufzeiten verglichen. Durch Übertragung der Laufzeitunterschiede in Temperaturwerte ergibt sich eine anschauliche Bewertungsgrösse für jedes Öl. Die Ergebnisse haben sich als ausreichend gut reproduzierbar erwiesen. Bei 5 verschiedenen Ölen stimmten die Ergebnisse gut mit dem praktischen Strassenverhalten überein.

5 Motoreinheitsöle verschiedener Hersteller wurden etwa gleich bewertet. Sie dürften den bei Doppelkolbenmotoren unter scharfen Bedingungen gestellten Anforderungen nicht genügen.

Synthetische Öle der Ruhrbenzin verhalten sich besser als in Bezug auf die Viskosität entsprechende bisher geprüfte mineralische und gefettete Öle.



Es ergab sich kein direkter und allgemein gültiger Zusammenhang zwischen der Viskosität und dem Verhalten beim Kolbenfressen. Für Öle gleicher Herkunft könnte jedoch ein solcher bestehen.

Die durch das beschriebene Verfahren erzielte Ölbewertung bezieht sich nur auf das Verhalten beim Kolbenfressen. Auf die sonstige Eignung wie in Bezug auf Verschleiss, Ringstecken oder Alterung können daraus wenigstens bei dem heutigen Stand der Erkenntnisse keine Schlüsse gezogen werden.

Ruhrbenzin Aktiengesellschaft

Prüfstand

*Schaub*

Dr. Schaub

**RUHRBENZIN**Aktiengesellschaft  
Oberhausen-HoltenEntwicklung eines Verfahrens zur  
Prüfung von Motorenölen hinsicht-  
lich des Kolbenfressens.

Seite 10

Abt. Prüf. Schb/Vi.

Ber. Nr. P 115

Tabelle 1

Güte- stufe	Bezeich- nung		Presswert
I	K 1880	synthetisch (Ruhrchemie)	217,5
II	ASS	mineralisch, gefettet (Aero Shell schwer)	202,5
III	R	synthetisch, Komponente für Wifo-Öl RL 32 (Ruhrbenzin)	194,5
IV	RL 32	mineralisch-synthetisch, gemischt (Wifo-ÖL)	180
V	ASL	mineralisch, gefettet (Aero Shell leicht)	166
VI	L	mineralisch (Komponente für Wifo-Öl RL 32)	157
VII	1906	synthetisch (Spindelöl, Destillat, Ruhr- chemie)	143,5

Tabelle 2

Bezeichnung	K 1880	ASS	R	RL 32	ASL	L	1906
D <sub>20</sub> g/cm <sup>3</sup>	0,856	0,905	0,849	0,872	0,911	0,911	0,840
V <sub>50</sub> °E	16,48	23,16	4,93	8,84	11,74	9,47	2,86
V <sub>100</sub> °E	3,12	3,24	1,647	1,97	2,15	1,877	1,400
VPH	1,52	2,01	1,79	2,03	2,30	2,86	1,76
v. Index	118,5	91,6	103,5	89	70	43,0	-
Stockpunkt °C	-47	-23	-55	-40	-41	-35	-52
Flammpunkt °C	295	246	208	230	230	250	226
NZ	0,06	0,12	0,10	0,05	0,056	0,03	0,02
VZ	0,12	5,05	0,16	0,27	3,45	0,14	0,09
Conradsont. %	0,209	0,650	0,042	0,113	0,206	0,089	0,01
Asche %	0,006	0,002	0,00	0,001	0,002	0,00	0,001
Jodzahl	22,8	25,2	91,4	63,5	26,0	29,3	119
Benzin-Unl. %	0,02	0,06	0,02	0,02	0,009	0,01	0,00
Benzol-Unl. %	0,01	0,05	0,00	0,01	0,006	0,00	0,10
Hartasphalt %	0,01	0,01	0,02	0,01	0,003	0,01	0,00
Harz+Asphalt %	6,68	6,7	2,4	2,2	3,93	2,4	1,84
Verdampfkt %	1,3	6,5	22,2	10,5	13,7	--	14,3

Tabelle 3

Bezeichnung	Neragol	Motanol	Rhenania	Viskobil	IG-Oppau
$\nu_{20}$ g/cm <sup>3</sup>	0,902	0,913	0,911	0,902	0,900
$\nu_{50}$ °E	8,20	7,81	8,34	7,99	7,84
$\nu_{100}$ °E	1,915	1,882	1,924	1,929	1,896
VPH	2,03	2,05	2,06	1,90	1,98
V.-Index	90	88	87	96,5	93
Stockpunkt °C	-19	-17	-32	-25	-34
Flammpunkt °C	232	222	231	220	235
NZ	0,114	0,124	0,028	0,045	0,028
VZ	0,142	0,226	0,056	0,085	0,084
Conradsontest	0,320	0,363	0,365	0,423	0,554
Asche %	0,004	0,007	0,008	0,002	0,003
Benzin-Unlösli %	0,008	0,027	0,021	0,018	0,030
Benzol- " %	0,006	0,009	0,013	0,013	0,013
Hartasphalt %	0,002	0,018	0,008	0,005	0,017
Harz+Asphalt %	3,39	3,96	2,70	2,56	2,68
Jodzehl	26,9	34,4	41,1	31,5	45,2
Verdampfkt. %	10,4	11,6	9,5	10,1	10,3
Freßwert	156	157,5	158	167	153,5