

der Destiko  
ovember 1940

### Die Butadiendestillation in Schkopau.

Das im Ofenbau der Butadienfabrik anfallende Rohbutadiengas muß gewaschen, getrocknet und dann fraktioniert werden. Das Rohgas hat folgende Zusammensetzung:

- 92 - 93 % Butadien ( $C_4H_6$ )
  - 3 % Propylen ( $C_3H_6$ )
  - 2 - 3 % Öle (Aldehyde, Allylcarbinol)
  - 1,5 % Wasser
- Rest besteht aus  $CO_2$ ,  $CO$ ,  $CH_4$ ,  $N_2$ .

Die Aufarbeitung dieses Gasgemisches zerfällt in 3 Stufen:

- a) Waschung und Trocknung,
- b) Tiefkühlung,
- c) Destillation.

#### Waschung und Trocknung:

Das Gas wird zunächst ohne Zwischenpuffer direkt aus den Kontaktöfen von Gebläsen (Aerzen, polumschaltbar) abgesaugt. Dabei wird der Druck der Saugseite mit einer Askania-Druckregelung auf konstanter Höhe (ca. 200 mm WS) gehalten. Um die Kompressionswärme des verdichteten Gases (die Druckseite hat 240 mm Hg) nicht zu hoch werden zu lassen, wird das zur Druckregulierung nötige <sup>Druckgas</sup> ~~Umgangsgas~~ erst hinter den nun folgenden Kühlern abgenommen. Die Kühler (2 Wasser- und 2 Solekühler) haben den Zweck, möglichst viel an Wasser und Öl abzuscheiden und das Gas vor dem Eintritt in die Waschanlage zu allen Jahreszeiten bei derselben Temperatur zu halten. Dadurch sind die Wasser- und Öltensionen stets gleich und die Wäsche wird unter diesen Bedingungen immer gleich wirksam verlaufen. In den Solekühlern wird stufenweise mit Absole aus der Destillation gekühlt. Der Gasaustritt wird auf  $+ 10^\circ$  gehalten. Die Solemenge wird in Abhängigkeit von der Temperatur durch GST-Regler gesteuert.

In den darauffolgenden Waschtürmen wird das Rohgas mit 20 %iger Kalilauge im Gegenstrom gewaschen, um die Aldehyde, deren Anwesenheit auch nur in Spuren die Polymerisation des Butadiens stark beeinflusst, zu verharzen und dadurch abzuscheiden. Die Türme sind Glockenbodenkolonnen mit 25 Böden, deren Abstand 300 mm beträgt.

u.  
butadien gas muß  
den. Das Rohgas

3 Stufen:

aus den Kontakt-  
ragt. Dabei wird  
gelung auf Kon-  
pressionswärme  
Hg) nicht zu  
ng nötige Umgangs-  
nen. Die Kühler  
möglichst viel an  
tritt in die  
peratur zu hal-  
s gleich und die  
wirksam verlaufen.  
der Destillation  
Die Solemenge  
Regler gesteuert.  
mit 20 %iger  
deren Anwesen-  
diens stark be-  
e Türme sind  
0 mm beträgt.

2 -

- 2 -

Die Lauge wird zur Beschleunigung der chemischen Reaktion auf 45° erwärmt und umgepumpt. Eine kleine Menge Frischlauge wird oben aufgegeben, welche zusammen mit den aldolisierten Aldehyden ("Laugeöl") überläuft, in einer Florentinerflasche von diesen getrennt wird und in den Kreislauf zurückkehrt. Durch die Kalilauge wird auch die Kohlensäure unter Carbonatbildung entfernt, wodurch die Lauge allmählich unbrauchbar wird. Sie kann durch Behandeln mit Calciumhydroxyd regeneriert werden. Nach der Wäsche enthält das Rohgas außer den Kohlenwasserstoffen noch etwa 1 % Öle, 0,8 % Wasser und Spuren Aldehyde.

Bevor die eigentliche Destillation beginnt, wird das Gas durch Kompression verflüssigt. Dazu wird es von zweistufigen Kompressoren (750 - 900 m<sup>3</sup> Ansaugleistung/Stunde, Fabrikat: Maschinenfabrik Esslingen) angesaugt - wobei ein Gasometer im Nebenschluß zur Pufferung vorhanden ist - und auf etwa 4,5 Atm verdichtet. In einem wassergekühlten Kondensator (60 m<sup>2</sup>) tritt Verflüssigung ein, wobei sich ein großer Teil des noch vorhandenen Wassers abscheidet und abgetrennt wird, entsprechend der geringen Löslichkeit in flüssigem Butadien. Die Kolben der Kompressoren werden mit Butylenglykol geschmiert, da sich jede Art von Schmieröl bei der Butadienkompression als unzureichend erwiesen hat. Die Inertgase werden über einen Abstreifkühler, der mit Sole beschickt wird, entspannt. Das nunmehr flüssige, fast wasserfreie Rohbutadien wird zur Trocknung und Entfernung der letzten Spuren Aldehyde durch Türme mit festem Ätzkali geleitet. Das Butadien ist dann frei von Aldehyd (enthält < als 0,001 %), enthält aber noch etwa 0,05 % Wasser, die in der nachfolgenden Destillation sehr stören würden. Deshalb wird das flüssige Kohlenwasserstoffgemisch nochmals durch Tiefkühlung getrocknet. Zu diesem Zweck wird das Rohbutadien (Temperatur +30°) zunächst zur stufenweisen Abkühlung durch einen Solevorkühler, den es mit +5° verläßt, dann durch einen Wärmeaustauscher im Gegenstrom zum tiefgekühlten Produkt (Ausgang -20°) dem Tiefkühler zugeleitet. Dieser ist ein Röhrenapparat, in dem Ammoniak bei vermindertem Druck verdampft wird, um das Kohlenwasserstoffgemisch auf -45° abzukühlen. Dabei scheidet sich Eis in feinverteilter Form aus. Zu dessen Abtrennung folgt eine Filtration, wobei es in dem verwendeten Filtersack zurückbleibt. Nach der Filtration geht das kalte Produkt wieder

- 3 -

Reaktion auf  $45^{\circ}$   
Lauge wird oben auf-  
dehydriert ("Laugeöl")  
getrennt wird und  
wird auch die  
die Lauge all-  
mit Calciumhy-  
das Rohgas außer  
Wasser und Spuren

Das Gas durch  
igen Kompressoren  
chinenfabrik  
schluß zur Puffe-  
et. In einem was-  
ng ein, wobei  
abscheidet und  
keit in flüssigem  
ethylenglykol ge-  
tadienkompression  
über einen Ab-  
t. Das nunmehr  
ckung und Ent-  
festem Ätzkali  
enthält  $<$  als  
in der nach-  
wird das flüssige  
getrocknet. Zu  
zunächst zur  
en es mit  $+5^{\circ}$   
strom zum tief-  
leitet. Dieser  
tem Druck ver-  
 $^{\circ}$  abzukühlen.  
Zu dessen Ab-  
endeten Filter-  
Produkt wieder

- 3 -

durch den oben erwähnten Wärmeaustauscher, den es dann mit einer Temperatur von  $-6^{\circ}$  verläßt, d.h. mit der Siedetemperatur, die ein Gemisch von 96 % Butadien, 3 % Propylen, 1 % Öl und  $<$  als 0,01 % Wasser bei Normaldruck hat. Bei einer Produktion von 100 t/Tag muß das Eisfilter 1 - 2 mal wöchentlich gewechselt werden, ebenso auch der Tiefkühler, in dem sich Eis an den Rohren festsetzt, wodurch der Wärmeübergang verschlechtert wird. Die Reinigung geschieht in einfacher Weise durch Spülen mit Methanol.

#### Destillation:

Der Kolonne I (Propylenkolonne) läuft nach der Entspannung obiges Gemisch bei  $-6^{\circ}$  flüssig zu. Hier wird drucklos Propylen von Butadien abgetrennt, während der Blasenrückstand dann in Kolonne II (Butadienkolonne) rektifiziert wird, wobei über Kopf das Reinbutadien anfällt. Da Propylen bei Normaldruck einen Siedepunkt von  $-48^{\circ}$  hat und aus gewichtigen Gründen (wegen Polymerisationsgefahr des Butadiens) eine Druckdestillation nicht in Frage kam, wäre bei einer normalen Ausführung der Destillation mit indirekter Kühlung zur Kondensation des Propylens eine sehr kalte Sole (ca.  $-55$  bis  $-60^{\circ}$ ) nötig gewesen. Um dies zu umgehen, wird folgendermaßen gearbeitet:

In Kol. I (Propylenkolonne) wird das flüssige Kohlenwasserstoffgemisch obiger Zusammensetzung eingeleitet. Das am Kopf der Kolonne übergehende reine Propylen (Kp.  $-46^{\circ}$ ) wird nach Durchgang durch einen Wärmeaustauscher von einem Kompressor auf 6 Atü verdichtet (T. =  $68-72^{\circ}$ ). Das Gas passiert zur Wegnahme der Kompressionswärme einen Kühler und wird dann in den Heizkörper der Blase (Umlaufverdampfer) geleitet. In der Blase befindet sich Butadien - propylenfrei - mit einer Temperatur von etwa  $0^{\circ}$ . Im Heizkörper tritt Verdichtung des verdichteten Propylens ein. Die freiwerdende Kondensationswärme wird zur Beheizung der Blase bzw. zum Verdampfen des oben übergehenden Propylens benutzt. Das so verflüssigte Propylen läuft aus dem Heizkörper in eine Vorlage und wird dort durch Solekühlung etwas unterkühlt. Die Intergase ( $N_2$ ) werden von hier aus über einen solegekühlten Abstreifkühler durch automatisches Ventil (GST) entspannt und dadurch der Druck genau auf 6 Atü gehalten. Ein Teil des Propylens wird über ein Ventil von

- 4 -

dann mit einer  
peratur, die ein  
nd < als 0,01 %  
von 100 t/Tag muß  
den, ebenso auch  
gesetzt, wodurch  
ng geschieht in

spannung obiges  
pylen von Butadien  
lonne II (Butadien-  
inbutadien an-  
von -48° hat  
efahr des  
m, wäre bei  
rechter Kühlung  
(ca. - 55  
olgendermaßen

wasserstoffge-  
f der Kolonne  
gang durch  
ü verdichtet  
pressionswärme  
se (Umlaufver-  
en - propylen-  
er tritt Ver-

ase bzw. zum  
das so verflüs-  
ge und wird  
e (N<sub>2</sub>) werden  
durch automa-  
genau auf  
Ventil von

- 4 -

Hand als Rücklauf (6-7-fach) durch den oben erwähnten Wärmeaus-  
tauscher im Gegenstrom zum gasförmigen Propylen auf den Kopf der  
Kolonne entspannt. Da aber das flüssige Produkt nach dem Wärmeaus-  
tausch noch nicht auf den Siedepunkt gebracht ist, muß ein kleiner  
Teil verdampfen, wodurch der Rest auf -46° abgekühlt wird und  
trotz Entspannung flüssig bleibt und als Rücklauf wirkt.

Der Blaseninhalt, mit GST-Standregelung gehalten, wird in Kolonne II  
gefördert; dort wird die Trennung des Butadiens vom höhersiedenden  
Rückstand durchgeführt.

Das Reinbutadien geht bei -3,5° C über und wird in einem Kondensator  
mit Sole von -18° verflüssigt. Der Rücklauf (0,28-fach) wird mittels  
einer Pumpe über ein Handregelventil und B.u.R.-Durchflußmesser auf-  
gegeben. Die Blase wird mit Warmwasser von 50° beheizt. Die Sumpf-  
temperatur beträgt 35°. Dabei sind aber noch ca. 30 % Butadien  
(auf Sumpf bezogen) im Rückstand enthalten. Der Grund für die nied-  
rige Sumpftemperatur ist wieder die Polymerisationsgefahr. Um das  
Butadien auszutreiben, wird der Rückstand deshalb in einer kleinen  
Kolonne ausgekocht. Das ausgetriebene Gas wird vor der Kolonne I  
wieder in die Destillation eingeführt. Der Rückstand beträgt ca. 1 %  
des Butadiens. Das aus der Destillation erhaltene Propylen ist  
99,85 %, das Butadien 99,4 %.

Da die Kohlenwasserstoffe in Kolonne I flüssig genau am Siedepunkt  
einlaufen, kommt kein Gas mit; d.h. alles, was oben übergeht, muß  
in der Kolonne verdampft werden. Die aufgewendete Verdampfungswärme  
muß gleich sein der Verflüssigungswärme derselben Gasmenge. Dadurch  
ist gewissermaßen eine automatische Regelung der Blasenheizung er-  
zielt. Wenn sich Propylenmenge oder der Rücklauf ändern, ändert sich  
im selben Sinne auch die Menge Heizmittel. Dadurch ist der Kolonnen-  
zustand sehr stabil. In Wirklichkeit ist die Energie, welche der  
Heizung zugeführt wird, etwas größer und zwar einmal durch die Über-  
hitzungswärme der Kompression und zum andern dadurch, daß ja zur  
Abkühlung des Rücklaufes etwas Propylen verdampfen muß, als Gas  
aber in der Heizung seine Kondensationswärme abgibt. Zur Regu-  
lierung wird das überhitzte Gas durch den erwähnten Wasserkühler  
auf 35° abgekühlt, während im Winter die Abstrahlung genügt.  
Zum Ausgleich nach der anderen Seite, wenn aus irgend einem

- 5 -

Grunde die Energiemenge des Propylen-Kreislaufes zu klein ist, dient eine kleine Warmwasserzusatzheizung. Diese ist besonders zum Anfahren wichtig, wenn noch zu wenig Propylen übergeht, um den Kompressor durchlaufen lassen zu können.

Bei der tiefen Temperatur in Kolonne I machen sich Spuren von Feuchtigkeit und aus der Kompressorschmierung trotz Abscheidern mitgerissenes Butylenglykol durch rasche Vereisung bzw. Verstopfung der oberen Böden unliebsam bemerkbar. Butylenglykol stockt bei den dortigen Temperaturen zu einer sehr zähen Schmiere. Es hat sich zur Verhinderung von Störungen sehr bewährt, täglich 3 x je 5 l Methanol mit dem Rücklauf aufzugeben, wodurch sowohl Eis wie Butol gelöst und ausgewaschen werden. Störungen der Kolonne aus obigen Grunde sind seit 1 3/4 Jahren nicht mehr vorgekommen.

Die Kolonne ist, wenn sie einmal in Gang gebracht worden ist, sehr leicht zu fahren. Es ist nur der Druck des Propylens auf möglichst genau 6 Atü zu halten, weil nur er der Blasentemperatur, welche gegeben ist, entspricht.

Technische Daten:

Kolonne I: 30 Böden mit 300 mm Abstand. Eisen verzinkt  
1000 mm  $\phi$ , H = 10,2 m.

Glocken gezahnt, Flüssigkeitsführung im Gegensinn.

Heizkörper: Unlaufverdampfer mit Röhren. In den Röhren Butadien, und die Rohre Propylen. Fläche: 62 m<sup>2</sup>.

Fläche der Zusatzwarmwasserheizung: 4 m<sup>2</sup>

Wärmeaustauscher: 4 x 30 m<sup>2</sup>

Kompressor: Eßlingen, Leistung 750 m<sup>3</sup>/h bei 140 U/Min.

" 900 m<sup>3</sup>/h " 160 U/Min.

2-stufig mit Leistungs-Regulierung (Chlormodell).

Schmierung des Zylinders mit Butylenglykol.

Kolonne II: 30 Böden mit 300 mm Abstand, Eisen verzinkt,  
1500 mm  $\phi$ , H = 10 m, gegensinnige Flüssigkeitsführung.

Unlaufverdampfer Heizfläche 80 m<sup>2</sup>

Kondensator 200 m<sup>2</sup>.

Die Anlage verarbeitet augenblicklich etwa 100 to in Tag.  
Folgendes Beispiel zeigt den Normalzustand:

Kol.I Stündlicher Zulauf: 4,15 to Bunen  
0,125 to Propylen  
0,040 to Öle

T. = -6° Zulauf an 10. Boden		
Propylenübergang:	-46°	Rücklaufmenge: 810 kg/h (V = 6,5 l/Sec.)
Wärmeaustauscher Gasseite:	-20°	Gasgeschwindigkeit: 20 cm/Sec.
Kompressor Druckseite:	68°	Druck: Kopf 60 mm Hg } Δ 50 mm Hg
Wasserkühler Ausgang:	+35°	Blase 110 mm Hg
Heizkörper Abgang:	+2°	Kompressor Saugstutzen: 10 mm Hg
Propylen-Vorlage:	-10°	" Druckseite: 6 Atü
Rücklauf Ausgang		
Wärmeaustauscher:	-35°	
Rücklauftemperatur Kopf:	-46°	
Blasentemperatur:	0°	

Kol.II Zulauf 4,15 to Bunen  
0,04 to Öle

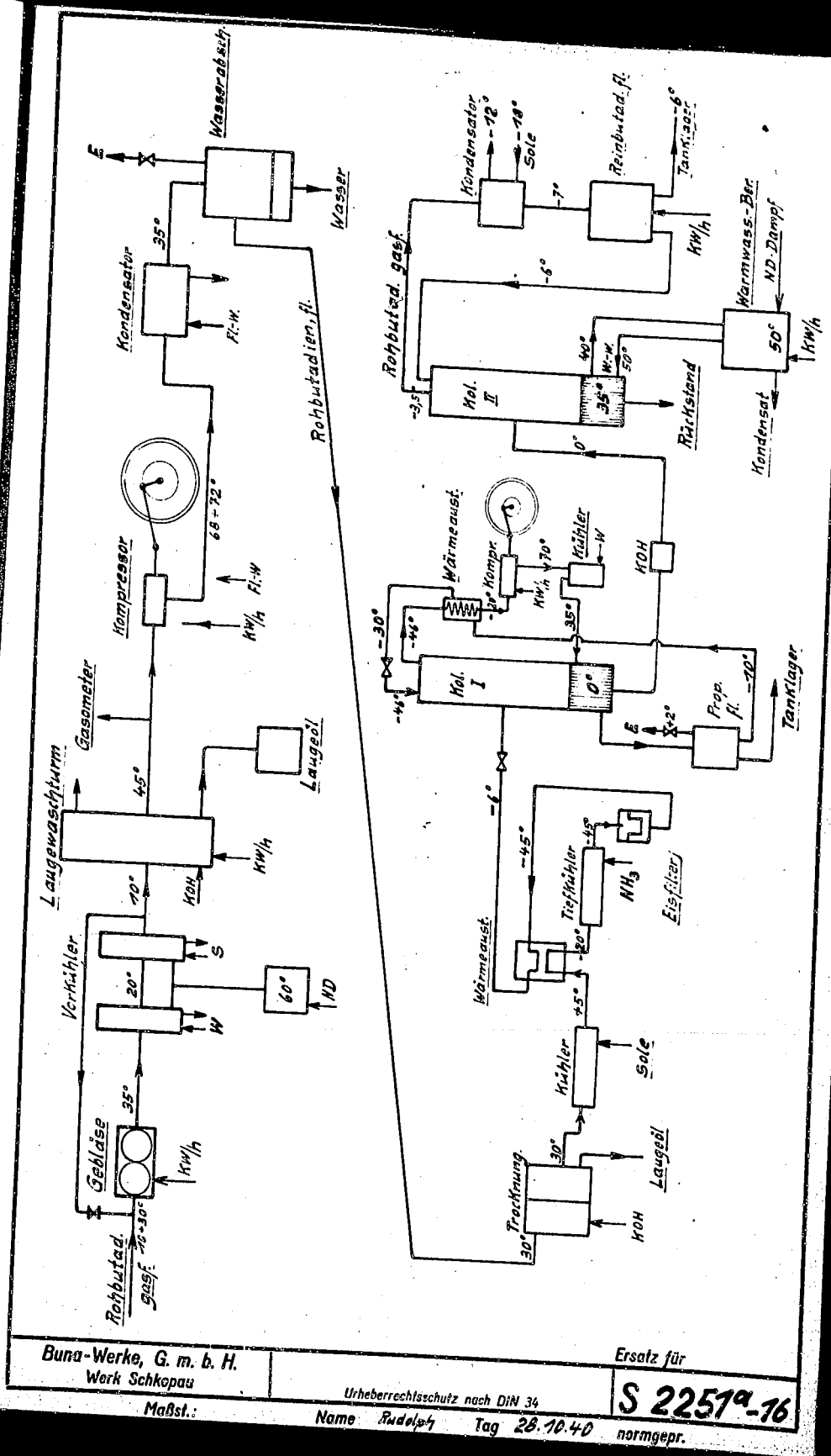
± 0° an 10. Boden		
Bunenübergang:	- 3,5°	Rücklaufmenge: 1160 kg/h (0,28-2-cc)
Kondensatorabgang:	- 7°	Druck: Kopf 40 } Δ 50 mm Hg
Sole Zugang:	-18°	Blase 90
Abgang:	-10°	Gasgeschwindigkeit: 35 cm/Sec.
Rücklauftemperatur:	- 5°	
Blasentemperatur:	+35°	
Warmwasserzugang:	+50°	
Warmwasserabgang:	+40°	

gez. Dr. Broich

o in Tag.

310 kg/h ( $V = 6,5 \text{ l/Sec.}$ )  
Leitfähigkeit: 20 cm/Sec.  
50 mm Hg }  $\Delta 50 \text{ mm Hg}$   
10 mm Hg }  
Stutzen: 10 mm Hg  
Kesselseite: 6 Atü

160 kg/h ( $0,28 \text{ l/Sec.}$ )  
}  $\Delta 50 \text{ mm Hg}$   
Leitfähigkeit: 35 cm/Sec.



ITEM 40.

---

DEVELOPMENT OF BUTO  
DISTILLATION - SCHKOPAU.

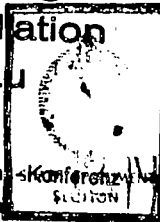
---



Butylene - Ethanol

Die Entwicklung  
der Butol-Destillation  
in Schkopau

Vortrag  
auf der 6. Tagung der Destillations-Konferenz  
in Leuna und Schkopau  
von Dr. Ströbele



Buna-Werke  
Schkopau

6. Tagung der Destiko  
11./12. November 1940

Entwicklung der Butoldestillation.

Destiko  
er 1940

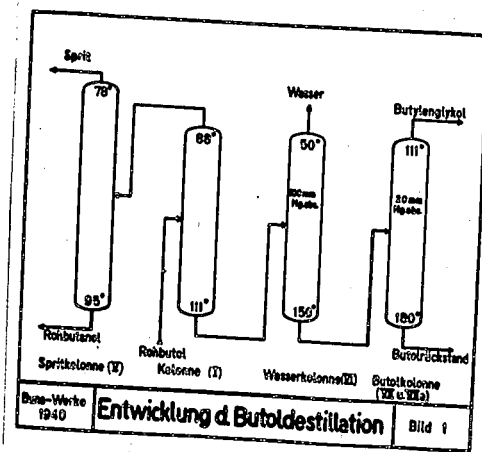
### Entwicklung der Butol-Destillation.

Bei der Projektierung der Schkopauer Buna-Anlage war unter anderem die Aufgabe gestellt, aus dem bei der Aldol-Hydrierung anfallenden Rohbutol destillatorisch reines Butylenglykol zu gewinnen und außerdem die zwangsweise anfallenden Nebenprodukte Sprit und Butanol in eine verkaufsfähige Form überzuführen.

Die prozentuale Zusammensetzung des Rohbutols war nach den damaligen Erkenntnissen ungefähr folgende:

- 58 % 1.3-Butylenglykol
- 25 % Wasser
- 12 % Sprit
- 2,5 % Normal-Butanol
- 2,5 % Butolrückstand.

Die Destillation sollte im Hinblick auf eine spätere Vergrößerung kontinuierlich durchgeführt werden. Das Prinzip der Destillation, das labormäßig ausgearbeitet war, gestaltet sich dann wie folgt:

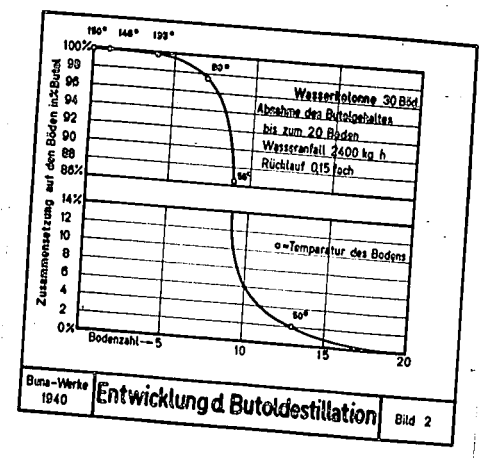


unter anderem die  
 anfallenden Roh-  
 en und außerdem  
 Butanol in eine  
 ch den damaligen

Vergrößerung  
 illation, das  
 folgt:

In der Kolonne I werden die Alkohole, Sprit, Butanol und Hexanol acetropisch mit Wasser übergetrieben. Dazu ist es erforderlich,  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{2}$  des gesamten im Rohbutol befindlichen Wassers je nach dem Rücklaufverhältnis überzudestillieren, um zu verhindern, daß nennenswerte Mengen Butanol und Hexanol im Sumpf verbleiben und so bei dem weiteren Gang der Destillation verloren gehen. In der Spritkolonne, die mit den Brüden der Kolonne I beschickt wird, erfolgt die Trennung in Rohbutanol und Rohsprit. Die 35 Böden der früher benutzten Kolonne reichten bei einem 2-fachen Rücklauf nicht aus, die beiden Produkte vollständig zu trennen. Dies war auch nicht unbedingt notwendig, da sowohl Sprit wie Butanol noch einer chemischen und destillatorischen Aufarbeitung unterworfen werden mußten.

Der Sumpf der Kolonne I, bestehend aus Wasser, Butol und Butolrückstand, wird in die Wasserkolonne gefahren, um die noch ungefähr 15 % Wasser abzutrennen. Die Kolonne steht unter einem Druck von 100 mm Hg absolut. Schon bei einem 0,2-fachen Rücklauf kann verhindert werden, daß im Destillat noch Butol nachgewiesen werden kann. In der folgenden Kurve (Abb. II) sieht man die Butol/Wasser-Zusammensetzung auf den Böden der z.Zt. benutzten 30-bödigen Kolonne.

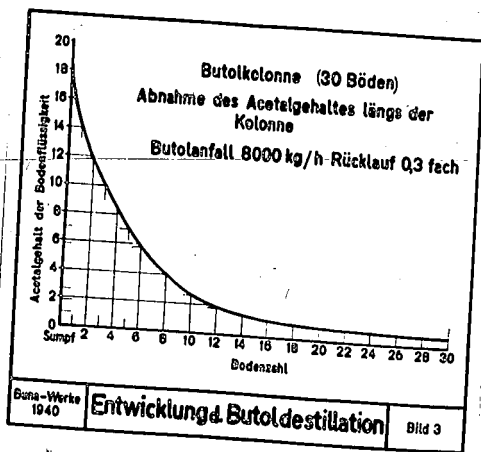


und Hexanol  
 erforderlich,  
 ers je nach dem  
 ern, daß nennens-  
 und so bei dem  
 r Spritkolonne,  
 olgt die Trennung  
 enutzten Kolonne  
 beiden Produkte  
 notwendig, da  
 stillatorischen  
 und Butolrück-  
 n ungefähr 15 %  
 k von 100 mm Hg  
 ändert werden,  
 In der folgen-  
 setzung auf den

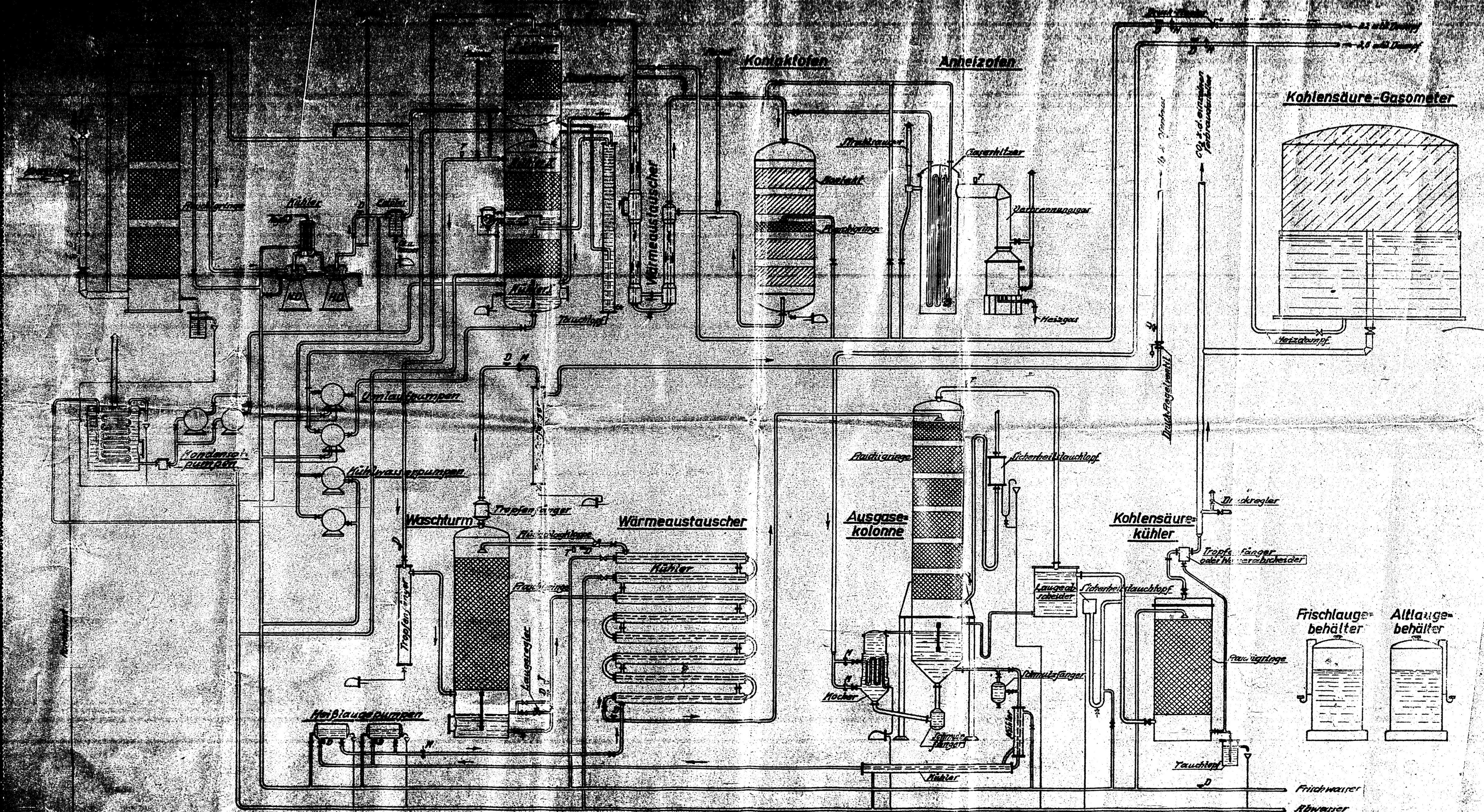
Charakteristisch ist der außerordentlich starke Temperaturabfall zwischen dem 4. und 7. Boden, verursacht durch den hohen Siedepunkteunterschied von Butylenglykol (S.P. 207°) und Wasser, und dem damit verbundenen Abfall des Butolgehaltes der Bodenflüssigkeiten. Schon vom 20. Boden ab sinkt der Butolgehalt unter 0,2 %. Es ist wahrscheinlich, daß die oberen Böden wegen des geringen Rücklaufs nicht mehr normal gefüllt sind, da beim Anbringen der Sickerlöcher nicht auf den späteren geringen Rücklauf Rücksicht genommen werden konnte. So wird den Böden über dem Einlauf wohl nur eine geringe Trennwirkung zukommen.

Der Sumpf der Wasserkolonne hat die Siedetemperatur des Butols und wird mit weniger als 0,1 % Wasser in die Butolkolonne gefahren, in der die Trennung des Butols vom Rückstand stattfindet. Der Rückstand besteht aus einem Gemisch von Hexantriol (S.P. 140° 2 mm), Acetalen, Harz und ungefähr 25 % Butol. Dieser Prozentsatz ist bedingt durch die Vakuumverhältnisse und die Zersetzlichkeit des Hexantriols bei dem hier vorliegenden alkalischen Medium. Das Butol im Rückstand wird bei der anschließenden hier nicht weiter besprochenen Aufarbeitung des Sumpfes zurückgewonnen.

Die Trennwirkung der Kol. läßt sich anhand der Abnahme des Acetalgehaltes der Bodenflüssigkeiten, wie es Abb. III zeigt, verfolgen.



Bag. 100  
10271-304/06



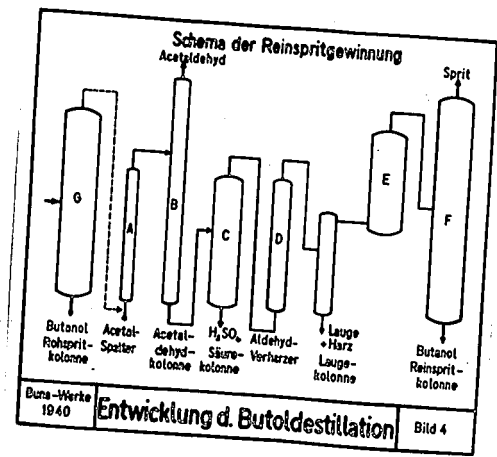
□ Sy-Gas	□ 22 atü Dampf
□ Konvertgas	□ 26 " "
□ Wasserstoff	□ Frischwasser
□ Kohlensäure	□ Abwasser
□ regenerierte Alkalilauge	□ Kondensat
□ CO <sub>2</sub> haltige " "	

ig abnimmt,  
 nkt nur wenig  
 beeinflussen  
 e Verunrei-  
 lt des Butols  
 n Ausbau zur  
 ung nur rein

des durch  
 den bestim-  
 ie Mengen  
 weiterzu-  
 gsgang;

Der Acetalgehalt auf den oberen Böden, der nur noch wenig abnimmt, dürfte durch ein Acetal verursacht sein, das im Siedepunkt nur wenig von 1.3-Butylenglykol abweicht. Diese 0,4-0,6 % Acetale beeinflussen die Qualität des Reinbutols nicht nennenswert. Da andere Verunreinigungen nur in Spuren vorkommen, befriedigte die Reinheit des Butols schon bei der vorher besprochenen ersten Anlage. Bei dem Ausbau zur Großanlage brauchten daher auf der Seite der Butolgewinnung nur rein apparative Verbesserungen durchgeführt werden.

Anders war es bei der Gewinnung des Sprits. Die Qualität des durch diskont. Aufarbeitung gewonnenen Sprits entsprach nicht den Bestimmungen der Reichsmonopolverwaltung und außerdem wurden die Mengen von 24 000 jato Sprit zu groß, um auf die bisherige Art weiterzu- arbeiten. Es wurde daher ein kontinuierlicher Aufarbeitungsgang gewählt, der mit folgenden Apparaten arbeiten sollte.

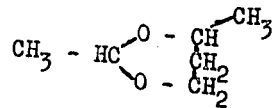


Das Destillat der vorhin erwähnten Kolonne I, bestehend aus den Alkoholen Sprit, Butanol und Hexanol, sollte einem Druckverkocher A zugeleitet werden, um dort die hauptsächlichste Verunreinigung des vorhin erwähnten Rohsprits, einige % zwischen 80 und 90° siedendes Acetal, durch Säure kontinuierlich zu spalten. Die Entspannung erfolgte in die Kol. B, in der der Acetaldehyd abgetrieben wird. Dieser entsteht teilweise bei der Spaltung, teilweise ist er von vornherein im Rohbutol enthalten. Anschließend erfolgt Abdestillation des Sprits von der Schwefelsäure in der Kupferkolonne C. In einem weiteren Druckverkocher D sollten die destillatorisch nicht abtrennbaren Aldehyde (Butyraldehyd und Crotonaldehyd) mit Lauge verharzt und in der Kol. E von der Lauge und dem Harz abdestilliert werden. Diese Kolonne besteht in ihrem Abtriebsteil aus einer Raschigringsäule, die bei Verschmutzung leicht ausgewechselt werden kann, während der Verstärkerteil aus Glockenböden besteht. In der anschließenden Kolonne F werden Sprit und Butanol getrennt.

Bei dem Anfahren der Neuanlage zeigte es sich, daß durch die Gegenwart von Butanol und Hexanol bei der sauren Verkochung Nebenprodukte in Spuren entstehen, die bei dem sonst einwandfreien Sprit eine schlechte Schwefelsäureprobe verursachen. Es mußte daher noch eine Vorabtrennung des Butanols vor der chemischen Aufarbeitung des Sprits eingeschaltet werden. Dazu wurde die Kolonne G benutzt.

Nach diesem Schema gelang es dann, einen Sprit herzustellen, der die von der Reichsmonopol-Verwaltung verlangte Qualität hatte, d.h. weniger als 0,01 % Acetaldehyd, mit Schwefelsäure keine Verfärbung, eine einwandfreie Salicylaldehydprobe und eine Stärke von mindestens 94,4 %.

Durch systematische Untersuchungen konnte nun eine Vereinfachung des Arbeitsganges durchgeführt werden. Vor allem war es möglich, die Acetale in der Kol. G destillatorisch vom Sprit abzutrennen. Diese Acetale, die bis zu 1 % des Rohbutols ausmachen, bestehen in der Hauptsache aus einem Acetal von Butylenglykol und Acetaldehyd



das wasserfrei ähnlich wie n-Butanol bei 119° siedet, mit Wasser aber ein Azeotrop mit einem Siedepunkt von 87° gegenüber Butanol 92° bildet.

wenig abnimmt,  
 Punkt nur wenig  
 le beeinflussen  
 ere Verunrei-  
 heit des Butols  
 dem Ausbau zur  
 nnung nur rein

ät des durch  
 t den bestim-  
 die Mengen  
 t weiterzu-  
 tungsgang



nd aus den  
uckverkocher A  
reinigung des  
90° siedendes  
tspannung er-  
ben wird. Diese  
von vornherein  
tion des Sprits  
weiteren Druck-  
aren Aldehyde  
d in der Kol. E  
Kolonne besteht  
bei Verschmutzung  
erteil aus  
werden Sprit

h die Gegen-  
Nebenprodukte  
rit eine  
r noch eine  
ng des  
nutzt.

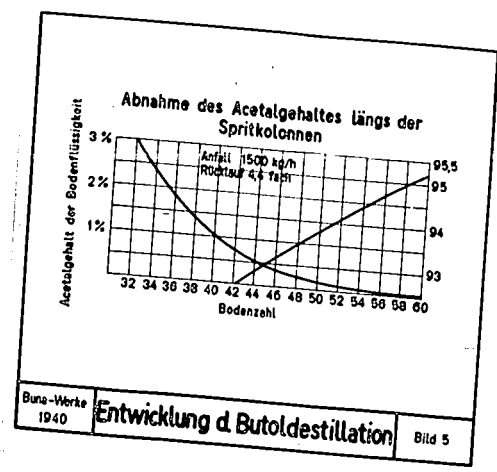
len, der die  
e, d.h.  
Verfärbung,  
n mindestens

afachung des  
ch, die  
en. Diese  
in der  
ehyd

Wasser abor  
1 92° bill

Neben Butolacetal ist auch noch das Vorhandensein von Paraldehyd wahrscheinlich.

Die chem. Natur der Acetale war bei der Projektierung der Neuanlage noch nicht bekannt. Folgende Kurve zeigt, daß zu ihrer destillatorischen Abtrennung die volle Bodenzahl einer einwandfrei arbeitenden 60-böddigen Kolonne nötig ist.



Buns-Werte 1940 Entwicklung d. Butoldestillation Bild 5

Die linke Kurve zeigt die Abnahme des Acetalgehaltes vom 32. zum 60. Boden. Auf der rechten Seite ist die Verstärkung des Sprits vom 42. zum 60. Boden zum Vergleich aufgetragen. Beide Kurven wurden durch Auswertung der gleichen Bodenproben erhalten. In den oberen 15 Böden, in den die Endverstärkung des Sprits von 93 Gew. % auf 95,2 % erfolgt, fällt der Acetalgehalt von 0,5 % auf 0,05 % und der zulässige Wert von ungefähr 0,05 % wird bei 4,4-fachem Rücklauf gerade erreicht.

Paraldehyd

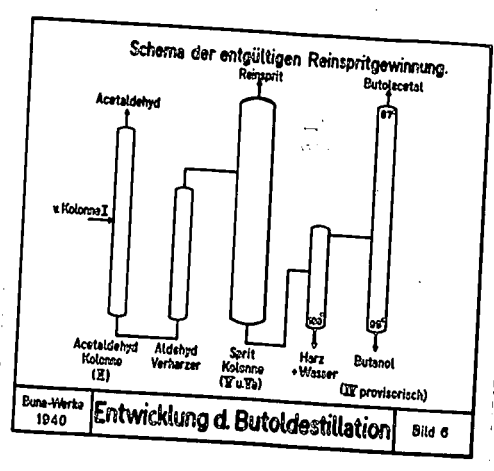
der Neuanlage  
destillatori-  
arbeitenden

32. zum 60.  
ts vom 42.  
den durch  
en 15 Böden,  
2 % erfolgr,  
sige Wert  
reicht.

Ob diese Tatsache daher rührt, daß noch Acetale mit einem niedrigeren Siedepunkt als Butolacetal vorkommen oder Butolacetale mit Sprit Siedegemische bildet, ist noch nicht untersucht worden.

Mit der destillatorischen Abtrennung der Acetale war die chem. Spaltung überflüssig geworden, so daß Druckverkocher A und die Kupferkol. C hätten in Wegfall kommen können. Mit der sauren Abdestillation in Kol. C war aber auch die Abtrennung des im Rohbutol zeitweise auftretenden Amins verbunden, das ohne diese Behandlung im Reinsprit auftreten würde. Es war daher eine andere Methode der Abtrennung notwendig geworden. Diese wurde dadurch erreicht, daß das Gemisch der org. sauren Rohalkohole schwach alkalisch gestellt wurde und zwar so, daß nur eine unbedeutende Verharzung stattfindet, aber das Amin vollständig in Freiheit gesetzt ist und zusammen mit dem Acetaldehyd die Kolonne A verläßt. Daß diese Art der Abtrennung möglich ist, ist wohl dem Umstand zuzuschreiben, daß keine höheren Amine (über Acetylamin) im Rohbutol vorkommen.

Nach dem Wegfall der sauren Verkochung konnte auch die früher notwendige Vortrennung von Sprit und Butanol in der Kol. G wegfallen. Eine weitere Vereinfachung brachte die Tatsache, daß das Harz, das bei der alkalischen Verkochung der Aldehyde entsteht, besonders wenn man teilweise mit Reinspritzdampf arbeitet, zu keiner nennenswerten Verschmutzung der Glockenböden führt. Die endgültige Schaltung bei der Aufarbeitung des Sprits, wie sie heute angewandt wird, sieht wie folgt aus:

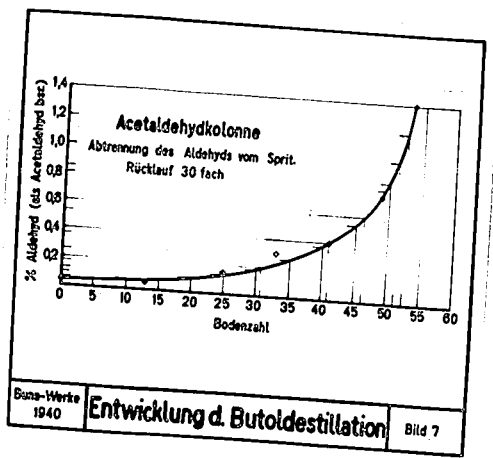


inem niedrigeren  
e mit Sprit  
n.

Die chem. Spal-  
die Kupfer-  
Abdestillation  
zeitweise  
g im Reinsprit  
Abtrennung not-  
Gemisch der  
de und zwar so,  
das Amin voll-  
etaldehyd die  
ist, ist  
(über Acetyl-

früher not-  
wegfallen.  
Harz, das  
sonders wen  
nenswerten  
haltung bei  
d, sicht

Das Destillat der Kolonne I wird zur Abtrennung von geringen Mengen Acetaldehyd (0,01 % des Rohbutols) und dem besprochenen Amin der Acetaldehydkolonne zugeleitet. Wie aus folgender Kurve zu ersehen ist, gelingt die Abtrennung des Acetaldehyds nicht vollständig wegen der Anwesenheit von Aldehyden, die sich im Dampfdruck nur wenig vom Sprit unterscheiden. Das Destillat wird auf 40 - 50 % Acetaldehyd gehalten. Der Rest ist Sprit.



Im Aldehydverharzer werden die Restmengen Aldehyd bei ca. 100° ver-  
kocht. Das Gemisch aus Alkoholen, Harz und Lauge gelangt dann in die  
Spritkolonne, in der der Reinsprit abgetrennt wird.

Der Sumpf dieser Reinspritzkolonne, bestehend aus Butolacetal, Normal-  
Butanol, Wasser und Harz, wird in eine Vorkolonne, die mit Raschig-  
ringen gefüllt ist, gefahren, in der unten Harz und Lauge bei 100°  
abgezogen werden; die Brüden gehen in die anschließende Kolonne zur  
Trennung von Butolacetal und Butanol.

Die nahen Siedepunkte von Butolacetal und Butanol im Gemisch mit  
Wasser lassen eine 60-böddige Kolonne angebracht erscheinen. Bei der  
anschließenden Besichtigung der Destillation werden Sie sehen, daß

ringen Mengen  
n Amin der  
zu erschen  
ständig weg  
ur wenig von  
cetaldehyd

100° ver-  
dann in di

al, Normal-  
Raschig-  
bei 100°  
lonne zur

h mit  
Bei der  
on, daß

- 9 -

wir z.Zt. nur eine 20-böddige Kolonne haben und außerdem die Bräden des Raschigturms nicht auf einen Boden, sondern in den Sumpf der Kolonne einmünden. Diese Kolonne wird nur behelfsmäßig für diese Zwecke z.Zt. benutzt, bis die endgültige Kolonne fertig ist.

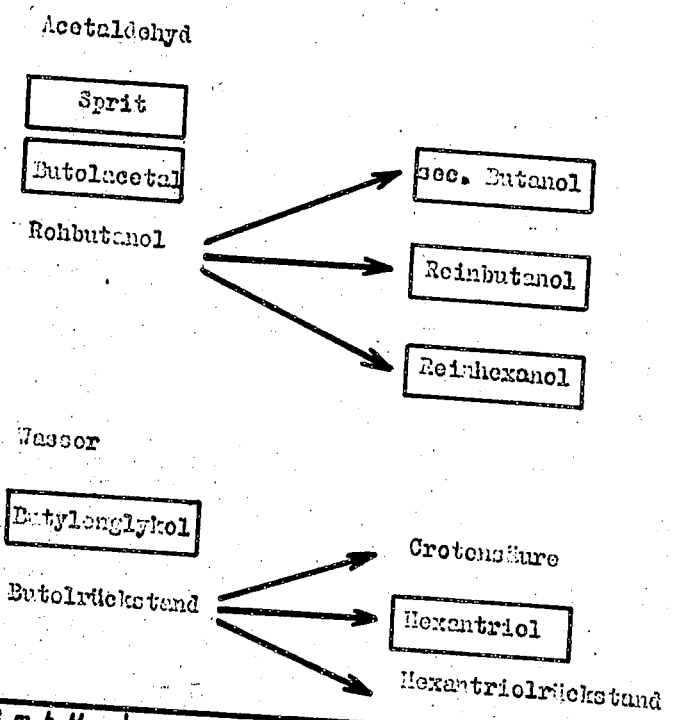
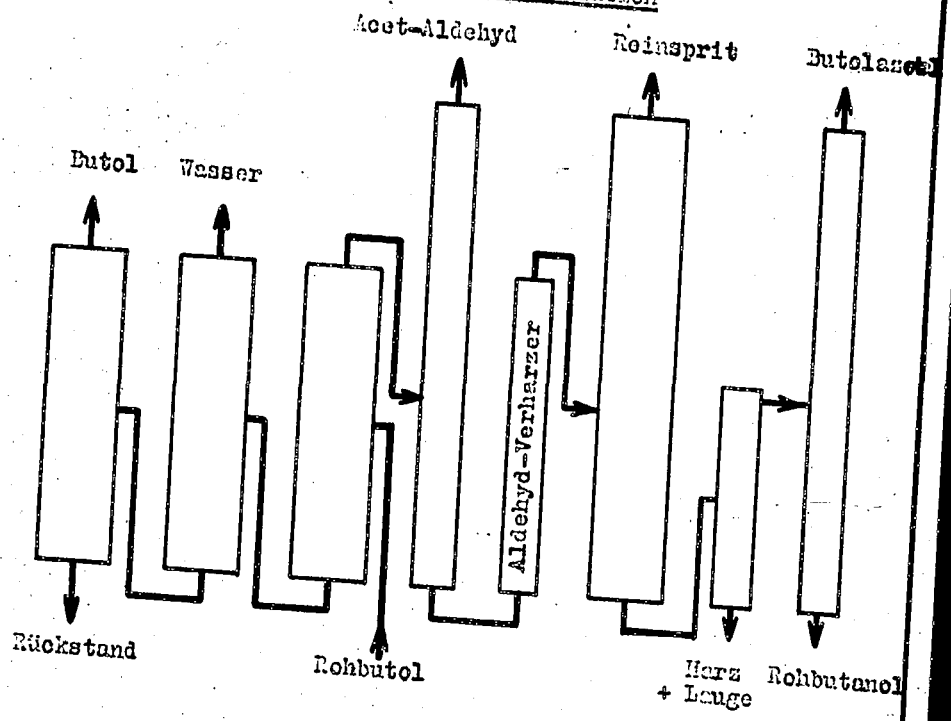
Anschließend bringe ich Ihnen noch das gesamte Schema der Rohbutoldestillation und eine kurze Übersicht über die aus dem Rohbutol gewonnenen Produkte. Nur von einem Teil davon werden Sie in dem vorgelegenen Schema gehört haben. Die übrigen treten erst auf bei der Aufarbeitung von Rohbutanol und Butolrückstand.

s.nachfolgendes Blatt

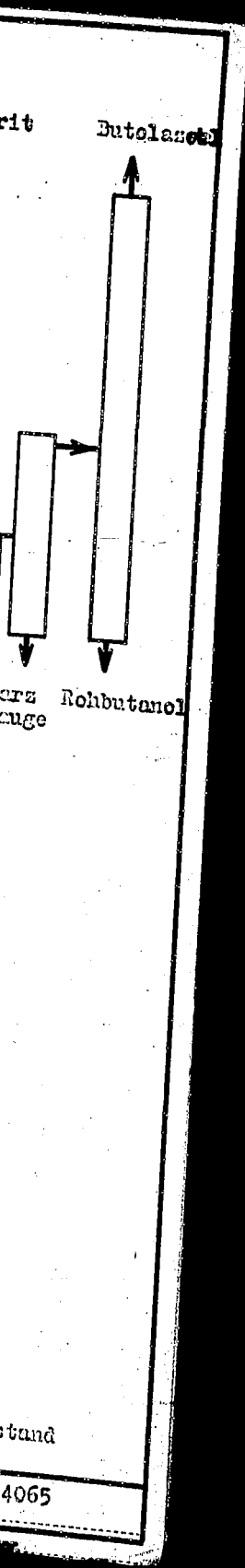
- 10 -

dem die Brücken  
 en Sumpf der  
 g für diese  
 ig ist.  
 der Rohbutol-  
 m Rohbutol ge-  
 e in dem vorge-  
 auf bei der

Schema der Rohbutol-Destillation



Buna-Werke, G. m. b. H.  
 Werk Schkopau  
 Maßst.: \_\_\_\_\_  
 Entwicklung der Butoldestil-  
 lation  
 Urheberrechtsschutz nach DIN 34  
 SSK 4065  
 Name \_\_\_\_\_  
 Tag \_\_\_\_\_



Zum Schluß möchte ich noch einige Betriebserfahrungen anführen, die mit den 3 m - Kolonnen gemacht wurden. Wichtig ist bei allen Bedienungsgriffen, besonders bei der 60-bödigem Spritkolonne, daß man sich an den Flüssigkeitsinhalt der Kolonne von 30 - 40 000 l erinnert. So ändert sich z.B. der %-Gehalt des Sprits erst, wenn diese Menge ihren neuen Gleichgewichtszustand erreicht hat. Diese Tatsache behindert ein schnelles Anfahren bei Abstellungen, erleichtert aber während des Betriebs ein regelmäßiges Fahren.

Die Zeit, die vom Stillstand bis zur vollen Inbetriebnahme der Anlage nötig ist, konnte auf 1 - 2 Stunden herabgesetzt werden. Allerdings dauert es dann noch einige Stunden, bis der Sprit seine erforderliche Reinheit erreicht hat. Das Butol fällt sofort in befriedigender Reinheit an.

Bei Ausfall des Kühlwassers ist für augenblickliche Abstellung des Dampfes zu sorgen. Da der Rücklauf noch einige Minuten aus dem Vorrat in der Vorlage gespeist werden kann, ist ein Abblasen der Kolonne bei schneller Bedienung zu verhindern.

Dampfausfall bereitet keine Schwierigkeiten, da auch bei absichtlicher Abstellung das Produkt, das von den Böden abläuft, von dem Sumpf aufgenommen wird und dort bleibt. Es ist sogar für ein schnelles Anfahren erforderlich, daß der Sumpf übernormal voll ist, damit er beim Anheizen nicht ausdestilliert und so zu einem Abreißen der Thermosyphonheizung der Wiederaufkocher führt.

Bei Stromausfall laufen die Rücklaufpumpen mit Notstrom weiter. Die Anlage wird dann in sich gefahren.

Allgemein kann man sagen, daß beim Übergang von Kolonnen mit 1 qm Grundfläche zu Kolonnen mit 7 qm Grundfläche keine Schwierigkeiten auftraten, die sich nicht schnell beheben ließen. Heute ist es so, daß die Großanlage mit einer Stetigkeit läuft, die von der alten Anlage nie erreicht wurde. Besonders in den letzten Monaten konnte man bei den nächtlichen Fliegerangriffen, in denen die Anlage stundenweise nur mit 2 Mann Aufsichtspersonal lief, feststellen, mit wie wenigen Bedienungsgriffen die Destillation zu fahren ist.

gez. Dr. Ströbele

stand

4065

000000

TARGET

30 / OPPORTUNITY

DOCUMENTS EVALUATED  
FROM THE RESIDENCE OF  
DR. SCHAVE OF RUMBLE HEMES

---

TARGET NO. 1128 30/ OPPORTUNITY  
DOCUMENTS REVEALED FROM THE RESI-  
DENCE OF DR. JOSEPH W. BURROUGHS

<u>CICS</u> <u>NO.</u>	<u>REP.</u> <u>NO.</u>	<u>TITLE</u>	<u>AUTHOR(S)</u>	<u>DATE</u>
<u>AVIATION-ENGINE REPORTS</u>				
1	-	Nuhrbenzin results a propos the co-operative tests in the H.M.A. test engine (Diesel)	Schaub	9.11.39.
2	-	Report on tests to clarify discrepancies in Octane No. Determination of Nuhrbenzin fuels.	Schaub	11.11.39.
3	-	Supplement to the report: Position of the tests with C <sub>3</sub> , C <sub>4</sub> (liquefied gases)	?	6.12.39.
4	-	Interim report on the tests to date with the test engine from the H.M.A. Stuttgart	Schaub	10. 2.39.
5	-	Progress report No 2. Lubricating Oil tests on the Opel 1.2 ltr. engine	Schaub	8. 5.39.
6	-	Report on test with mixtures of liquefied Gas (Gasol) and Gasoline	Schaub	4.12.39.
7	-	Progress report No 3. The importance of engine conditions in the testing of Lubricating Oils.	Schaub	19. 1.40.
8	F101	An Apparatus for measuring the vapour lock of Gasoline	Voide Schaub	20. 6.40.
9	F102	Supercharged tests with the NSU 501.05L engine	Schaub	5. 9.40.
10	F103	Comparison of 10 oil with other Diesel oils with respect to Nozzle coking	Schaub	5.10.40.
11	F104	Tests with fuels of different density	Schaub	9.12.40.
12	F105	The Development of an engine test method for Aero engine oils in the NSU 501 CGL engine	Schaub	14.12.40.
13	F106	The testing of some Aviation Oils in the NSU Aviation Oil test engine	Schaub	20.12.40.
14	F107	Testing synthetic Aviation Oils of Low Pole Height	Schaub	24.12.40.
15	F108	SECRET. Report on engine testing of Fuhrchemie Synthetic Aero Engine oils	Schaub	10. 1.41.
16	-	Evaluation of Fuels for Vapour lock troubles in an engine.	Schaub & Voide	19. 2.41.
17	F109	Report on the engine testing of the synthetic Aviation Oil K1860 (Japanol)	Schaub	15. 5.41.
18	F110	The Development of an engine test for Lubricating Oils in relation to Piston seizure	Schaub	20. 5.41.

000000



BUHRBENZIN REPORTS  
(continued)

PAGE 2

<u>CIRC</u> <u>NO</u>	<u>PART.</u> <u>NO.</u>	<u>TITLE</u>	<u>AUTHOR(S)</u>	<u>DATE</u>
19	P111	SECMF. Report on engine tests of synthetic Aviation Oil E.1880	Scheub	7. 7.41.
20	P112	Testing various Schraecht standard oils for Piston seizure in the Triumph engine	Scheub	1. 8.41.
21	P113	Comparison of Superchemo Tests in the A.M. engine of Buhrbenzin and the P.M. 139 engine of the Tech. Prufstand, Oppau	Scheub	6. 9.41.
22	-	extract from a report on Tests with Gear Oils by the Rheinmetall-Borsig A.G.	Scheub	30.10.41.
23	P114	Engine Tests of the Aviation Oil K1929	Scheub	7. 1.42.
24	P116	Influence of Viscosity and various additives on the behaviour of Synthetic Oils in engine Tests in relation to Piston seizure	Scheub	12. 1.42.
25	P115	Development of a Test for engine Oils relative to Piston Seizure	Scheub	15. 1.42.
26	P117	Testing 4 Engine Oils for piston seizure	Scheub	29. 1.42.
27	P118	Ease of Ignition of S.O.H. Oils	Scheub	30. 3.42.
28	P119	SECMF. Oil Testing in a NSU Engine	Scheub	25. 4.42.
29	P120	Dilution of engine Oils for winter operation	Scheub	22. 5.42.
30	-	(E) <u>BUHRCHEMIE REPORTS</u> Report on Lubrication ability investigations	Ledinsky	3. 8.39.
31	-	Rumoldt-Deutz engine tests	?	20. 1.39.
32	-	On the question of the Determination of Asphalt Contents in Used Lub. Oils	?	30. 4.42.
33	P121	Working out a method for testing engine Oils for fine sticking, scoring and wear	Scheub	9. 6.42.
34	P122	The behaviour of different Commercial Aviation and Automotive engine Oils in relation to piston seizure	Scheub	15. 6.42.
35	P123	Dilution of engine Oils for winter operation	"	"
36	P124	Aviation Oil Flond K1951 from HCB Bri at stock and a low viscosity mineral component from Norway	"	10. 9.42.
37	P125	Evaluation of the M.A. Test Oil, 3370 (SEPC - Ester Oil from IG)	"	11. 9.42.
38	-	Preliminary Report: Engine Oil Test No 3370 (SEPC - Ester Oil)	Scheub	1. 7.42.
39	-	Analytical investigation of an Ester oil from I.G. Farben	Kottig	28. 9.42.
40	P125a	Testing Engine Oil 3370	Scheub	8. 4.43.
41	P126	Influence of viscosity on Oil consumption	Scheub	19. 9.42.
42	P127	On the lubrication effect of thin engine Oils (winter Oils)	Scheub	21. 9.42.

000002

(B)

RUHR-CHÉMIE-REPORTS  
(continued)

<u>CIOS</u> <u>NO.</u>	<u>REF.</u> <u>NO.</u>	<u>TITLE</u>	<u>AUTHOR(S)</u>	<u>DATE</u>
43	P128	Aviation Oil 3344 from the main plant	Schaub	6.10.42.
44	P129	Aviation Oil 1926 from the main Laboratory	Schaub	4. 1.43.
45	P130	The Effect of Addition of Copenol on the behaviour of Engine Oil	Schaub	27. 2.43.
46	P131	The Influence of Copenol addition on wear	Schaub	11. 3.43.
47	P132	Aviation Oil Blend P1351/2 made from inhibited ECH Bright Stock and Warez Oil	Schaub	8. 4.43.
48	P133	Investigation of Engine Oil 3698	Schaub	12. 4.43.
49	P134	Investigation of Engine Oil from Warez (N.1)	Schaub	12. 4.43.
50	P135	Investigation of a Warez current Schwaechter Inter Oil (ECH reference : M2)	Schaub	4. 5.43.
51	P136	Investigation of 5 I.C. Engines. Inter Oils, EA46, EA48 and EA49	Schaub	5. 5.43.
52	P137	Starting I.C. Engines at Low Temperatures	Schaub	20. 6.43.
53	P138	Investigation of the Inter Oil 41 from the ECH Research Laboratory	Schaub	6. 7.43.
54	P139	Testing Engine Oil 3693 in relation to piston seizure	Schaub	17. 9.43.
55	P140	Knock measurement of Synthesis-Benzin dependent on the Ignition system	Schaub	1.11.43.
56	P141	On the pumping behaviour of lubricants at low temperatures	Schaub	29.11.43.
57	P143	Cranking Test with Uranian Oil	Schaub	29.12.43.
58	P144	Testing on Warez Engine Lubricant P1060 for piston seizure	Schaub	7. 3.44.
59	P145	The Forming of Lubricating Oils	Schaub	17. 3.44.
60	P146	Testing the Aviation Oil sample P2015 of "Polaj"	Schaub	17. 6.44.
61	P147	Starting I.C. Engines at low temperatures 2. Interim report	Schaub	27. 6.44.
62	P148	Testing Gear Oils for heat stability	Schaub	29. 8.44.
63	P149	Preliminary tests with the 4 Ball Apparatus	Becker & Schaub	26. 9.44.
64	P150	Cold Testing Gear Oils in the Switch Gear AK7-200	Schaub	29. 9.44.
65	P151	The Evaluation of Lubricants according to Gear in an Engine	Schaub	15.11.44.

000003

006004

R U H H C I  
(continued)

CIT. No.	REF. No.	TITLE	AUTHOR (s)	DATE
66	P154	Boiling Behaviour of the Aviation Fuel P8025 (with NCH bright stock, not inhibited)	Schaub	19.10.44.
67	P153	Comparison of Synthetic Lubricants and Distillate Oil of Similar Viscosity for Clarification of the Effect of Oil on the Pistons	Schaub	21.10.44.
68	P154	Leaking Valve ... current synthetic oil ... investigation on ... methods for piston lubrication ability	Schaub	2. 11.44.
69	P155	Tests on the Boiling of Different Lubricants	Schaub	16.11.44.
70	P156	Report on the Investigation of ...	Schaub	14. 2.45.
71	P157	Report on the ...	Schaub	14. 2.45.
72	75	On the ... of anti-oxidant ... on ... ( ... )	Chikara Kobayashi	
73	5	... in ... ( ... )	Miner	
74	90/1941	Test on the ... ( ... )	Greyhound	
75	94/1941	Boat tests on ... ( ... )	Mitschi	
76	52	... ( ... )	Wolff Kessel	
77	98/1941	Tests with a ... ( ... )	Ernst & Sohn	
78	74	Tests on the ... ( ... )	Kuntz	
79	54	... ( ... )	Ernst & Sohn	
80	80	The position of 2-stroke ...	(Various)	6. 6.40
81	91	Mixture formation and combustion (Mensch)	( " )	1.10.40.
82	103/1941	2. Meeting of the working group for 2-stroke questions	( " )	20. 5.41.
83	111/1942	2. Meeting of the working group for questions of engine combustion	( " )	10.10.41.
84	Vol.3.	Power and Economy of Gas Operated Automobile Engines	Hixson	1938
85	Vol.4.	New Oil Lubrication of a Connecting Rod Bearing. Investigation of a Automotive Diesel Engine	Huber & Huber Wibberger Wickert & Ernst.	1938

000005

DEUTSCHE FLUGFAHRFORSCHUNG

CIG. NO.	REF. No.	TITLE	ABTRG.(S)	DT
		Investigation of the Exhausting of the Combustion Chamber of High Speed Diesel and I.C. Engines	Rieger	
86	Vol.5.	Contribution to the Explanation of the Combustion in case of 4 stroke Diesel engines	Reule	1939
87	Vol.56.	Cylinder and Piston Ring Wear	Reck	1939
88	Vol.54.	Development of Diesel Engines in I.C. Engines	Reutz	1939
89	Vol.37.	Investigation of Inverse Character of I.C. Engines with the Electro-acoustic Oscuring Apparatus	Schmidt & Seuflich	1939
90	Vol.34.	Acoustic Losses in Diesel Engines (Acoustic Losses in Diesel Engines and their Determination in a Diesel Engine Test (Acousticversuch))	Wilmann	1939
91	Vol.57.	Comparative Investigation of Diesel Engines	Wilmann & Reule	1941
92	Vol.53	Injection of Fuel in the Diesel Engine	Wilmann	1941
93	Vol.54	Effect of Fuel Injection on the Combustion in Diesel Engines	Wilmann	1941
94	Vol.55	Effect of Fuel Injection on the Starting of Diesel Engines	Wilmann, Schmidt & Conrad	1941
95	Vol.57	Effect of Fuel Injection on the Ignition of Diesel Engines	Wilmann	1941
96	Vol.59	Effect of Fuel Injection on the Ignition of Diesel Engines	Wilmann	1941
97	Vol.60	The operation with 4 stroke Diesel Engines	Wilmann	1941
98	Vol.61	The operation with 4 stroke Diesel Engines	Wilmann & Reule	1941
99	Vol.62	Increased Ignition for 4 stroke Diesel Engines	Wilmann	1941
100	Vol.63	Ignition Delay and the Ignition of Diesel Engines	Wilmann	1941
101	Vol.76	Influence of Air Motion on the Formation of Fuel Stream in the Diesel Chamber	Seuflich	
(D) DEUTSCHE FLUGFAHRFORSCHUNG				
102	2363	Method for Cetane Number Determination of Diesel Fuels	Lange	18.11.41.
103	2337	Behaviour of Aviation Fuels at High Altitude	Ginsmann	18. 4.42.
104	2485	Sludge Formation in Aero Engine Oils	Beier et al.	20. 7.42.
105	2325	Circulation of Lubricating Oil in an Engine with Low Temperature Resistant Aero Engine Oil	Wilmann & Beier	12. 2.43.

(D.) RESEARCH REPORTS FROM THE REPUBLIC OF CHILE

000006

CIOS NO.	R.P.F. NO.	TITLE	AUTHOR(S)	DATE
106	2364	Determination of Cetane Number of Diesel Oils with the Inertial Method according to Dr. (original)	Starke	1. 2. 44.
107	-	Development and testing of a new type of Diesel engine	Glitsberg	1944
108	-	Investigation of the effect of the addition of a small amount of water to diesel fuel on the combustion process	Glitsberg	13. 5. 44.
109	-	Investigation of the effect of the addition of a small amount of water to diesel fuel on the combustion process	"	17. 6. 41.
110	-	Investigation of the effect of the addition of a small amount of water to diesel fuel on the combustion process	Hoyer & v. Lange	30. 3. 44.
111	-	Investigation of the effect of the addition of a small amount of water to diesel fuel on the combustion process	v. Lange & v. Hirsch	1. 12. 43.
112	-	Investigation of the effect of the addition of a small amount of water to diesel fuel on the combustion process	de Jong	-
113	-	Investigation of the effect of the addition of a small amount of water to diesel fuel on the combustion process	Hoyer	May 1944
114	-	Investigation of the effect of the addition of a small amount of water to diesel fuel on the combustion process	Hoyer	5. 8. 44.
115	392	Investigation of the effect of the addition of a small amount of water to diesel fuel on the combustion process	Hoyer	29. 3. 41.
116	-	Investigation of the effect of the addition of a small amount of water to diesel fuel on the combustion process	Hoyer	9. 5. 44.
117	VB539	Investigation of the effect of the addition of a small amount of water to diesel fuel on the combustion process	Hoyer & Richter	30. 6. 43.
118	VB540	Investigation of the effect of the addition of a small amount of water to diesel fuel on the combustion process	"	13. 3. 44.
119	VB541	Investigation of the effect of the addition of a small amount of water to diesel fuel on the combustion process	"	13. 3. 44.
120	VB542	Investigation of the effect of the addition of a small amount of water to diesel fuel on the combustion process	Lichter, Hoyer & Urbas	14. 3. 44.

000007

(2.) INTAYVA

GICS NO.	REF. NO.	TITLE	AUTHOR(S)	DATE
121	10	Testing Aero Engine Oils in the DEK Engine	Tenzol	20. 3.41.
122	30	Evaluation of Tests in the I.G. Oil Test Engine in relation to Oil Coke Formation	Tenzol	30. 9.43.
123	-	(3.) <u>BERNHARDIA - GOTTSCHEG</u> Pump Type Apparatus for Indicating the Low Temperature Behaviour of Engine and Gear Oils	Rossig	25. 4.44.
124	3	Investigation of Gear Oils for Pumpability at Low Temperatures	Gottschau & Loberitz	1. 7.42.
125	5	Pump Circulation Tests at Low Temperatures (Lehrmacht Gear 11 - Winter)	Hofmann	25. 9.42.
126	7	Preliminary Test for Pumpability of Gear Oils at Low Temperatures	Gottschau & Loberitz	30. 4.43.
127	10	Testing Lehrmacht Gear Oil 88 for Pumpability at Low Temperatures	Zogbaum	24. 7.43.
128	11	Standardizing the Modified Pump Type Apparatus and Construction of a Curve for Pumpability at Low Temperatures	Zogbaum & Zander	12.10.43.
129	14	Testing the Reference Batch of Lehrmacht Gear 11 for Pumpability	Gottschau & Scheuer	14. 1.44.
130	18	Comparison of the Old Model Pump Type Apparatus with the New Model	Zogbaum	7. 6.44.
(4.) <u>I.G. FARBEH, G.P. A.U.</u>				
131	-	The I.C. Prudiesel for Measuring the Ease of Ignition of Fuels	-	18. 2.42.
132	-	Origin and Object of Use of the Test Engine K.	-	27. 2.42.
133	-	Drawings from I.G. Oppau Dept. No. 478	-	-
134	-	" " " " " " 542	-	-
135	-	" " " " " " 518	-	-
136	474	STUCKER. Contribution to the Testing of Knock Behaviour of Aviation Fuels in Small Engines	Mitschekowski	25. 8.41.
137	489	The carrying out of Octane Number Determinations according to the Oppau Method	Singer	22. 1.42.
(5.) <u>JUNKERS(?)</u>				
138	2037	Influence of Lubricant and Fuel on Deposit Formation and Gas Ring Wear (in a Single Cylinder Diesel Engine, Junko 205)	Sauermilch	12. 5.47.
(6.) <u>DAIMLER BENZ.</u>				
139	-	Cranking Tests with the New Lehrmacht Winter Oils	Hohensee	21. 9.42.

K A D O K

CIOS NO.	REPT. NO.	TITLE	AUTHOR(S)	DATE
140	-	Cranking tests at - 20°C with the New Wehrmacht Inter 41a	Hohensee	21. 9.42.
141	-	Standards for Cranking tests for evaluation of the Startability of Engine Oils at Low Temperatures	?	22. 6.42.
(7) <u>MECHANICAL</u>				
142	3.713	Cold Starting tests with Wehrmacht all-the-year-round oil. (Standard Diesel of the Wehrmacht, H.A52G)	Grisson	15. 1.43.
143	3.304	Cold Starting Tests with Wehrmacht all-the-year-round oil. (Maybach Engine HL62TR)	"	31. 1.41.
144	-	Cold Starting Tests with Wehrmacht all-the-year-round oil. (BMW 2 Ltr engine, Type 32G)	"	14. 7.41.
(8) <u>MECHANICAL</u>				
145	-	Testing 12 Spoked undged Gear Oils	Reisach	15. 8.42.
(9) <u>MECHANICAL</u>				
146	-	Notes on the Meeting of the Working Committee "Incock measurement in the I.C. and C.M. engines"	-	23. 6.44.
147	-	Special Committee for Standardizing Engine Testing of Diesel Fuels by I.P.	-	22. 9.42.
148	-	Standard Method for Diesel Fuels	-	18. 1.41.
149	-	Measuring Oil Quality	-	10. 9.38.
150	-	Technical Report on Standardizing engine Testing of Diesel Fuels (Hockner-Randoldt-Deutz)	-	11. 4.42.
151	-	Instructions for Determining the Viscosity of Heating Oils	-	-
152	-	Instructions for use of the Double Beam Cathode Ray Oscilloscope (Cartz - Indicator)	Nier	-

000008

ORIGINAL GERMAN TITLES(A) RUHRBENZIN REPORTS

1.	-	Bericht über Messergebnisse der Ruhrbenzin am HVA-Prüfmotor	Schaub	9.11.38.
2.	-	Bericht über Versuche zur Klärung von Unstimmigkeiten bei der Oktanzahl-Bestimmung von RB-Kraftstoffen	Schaub	11.11.38.
3.	-	Nachtrag zum Bericht. Stand der Versuche mit C <sub>30</sub> 4 von 10.8.38.	-	6.12.38.
4.	-	Zwischenbericht über die bisherigen Versuche am Prüfmotor des Forschungsinstituts für Kraftfahrwesen und Fahrzeugmotoren Stuttgart	Schaub	10. 2.39.
5.	-	Zwischenbericht Nr.2. Schmierölversuche am Opel 1.3 ltr. - Motor	Schaub	8. 5.39.
6.	-	Bericht über Versuche mit Mischungen von Gasol und Benzin	Schaub	4.12.39.
7.	-	Zwischenbericht Nr.3. Die Bedeutung der motorischen Bedingungen bei der Erprobung von Schmierölen	Schaub	19. 1.40.
8.	P101	Ein Gerät zur Messung der Dampfblasenbildung von Benzin	Velde Schaub	20. 6.40.
9.	P102	Überladeprüfung am NSU 501 OSL - Motor	Schaub	5. 9.40.
10.	P103	Vergleich von SS-Stoff mit anderen Diesellolen in Bezug auf Düsenverkoken	Schaub	5.10.40.
11.	P104	Versuche mit Kraftstoffen verschiedener Dichte	Schaub	9.12.40.
12.	P105	Die Entwicklung eines motorischen Prüfverfahrens für Flugmotorschmieröle im NSU 501 OSL-Motor	Schaub	14.12.40.
13.	P106	Motorische Prüfung einiger Flugöle im NSU-Flugöl-Prüfmotor	Schaub	20.12.40.
14.	P107	Motorische Prüfung synthetischer Flugöle mit niedriger Polhöhe im NSU - Motor	Schaub	24.12.40.
15.	P108	Geheim. Bericht über die motorische Prüfung synthetischer Flugmotorschmieröle der Ruhrchemie	Schaub	10. 1.41.
16.	-	Zur Beurteilung von Kraftstoffen hinsichtlich der Dampfblasenstörung am Motor	Schaub & Velde	19. 2.41.
17.	P109	Bericht über die motorische Prüfung des synth. Flugöles #1860 (Japonöl)	Schaub	15. 5.41.

000009



## ORIGINAL GERMAN TITLES

## (A) RUHRBENZIN REPORTS (Contd)

18.	P110.	Die Entwicklung einer motorischen Prüfung für Schmieröle hinsichtlich des Kolbenfressens	Schaub	26. 5.41.
19.	P111.	Geheim. Bericht über die motorische Prüfung des synthetischen Flugöles K.1830.	Schaub	7. 7.41.
20.	P112.	Prüfung verschiedener Einheitsöl der Mehrzahl im Triumph-Motor hinsichtlich des Kolbenfressens	Schaub	1. 8.41.
21.	P113.	Überlade-Vergleichsversuche im NSU-Motor der Ruhrbenzin A.G. und im FFW 132 Prüfmotor des Techn. Prüfstandes Oppau, I.G. Farbenindustrie A.G.	Schaub	6. 9.41.
22.	-	Auszug aus einem Bericht der Rheinmetall-Borsig A.G. Düsseldorf über Versuche mit Getriebeölen	Schaub	30.10.41.
23.	P114.	Motorische Prüfung des Flugöles K1929	Schaub	7. 1.42.
24.	P116.	Motorische Prüfung synthetischer Öle zur Beobachtung des Einflusses der Viskosität und verschiedener Zusätze auf das Verhalten beim Kolbenfressen	Schaub	12. 1.42.
25.	P115.	Entwicklung eines Verfahrens zur Prüfung von Motorenölen hinsichtlich des Kolbenfressens	Schaub	15. 1.42.
26.	P117.	Prüfung von 4 Motorenölen auf Kolbenfressen	Schaub	29. 1.42.
27.	P118.	Zündwilligkeit von RCH-Ceten	Schaub	30. 3.42.
28.	P119.	Geheim. Ölprüfung im NSU-Motor	Schaub	25. 4.42.
29.	P120.	Verdünnung des Motorenöles für Winterbetrieb	Schaub	22. 5.42.
(B) RUHRCHEMIE REPORTS				
30.	-	Bericht über die Schmierfähigkeitsuntersuchungen (Ledinoy)	Ledinoy	3. 8.38.
31.	-	Humboldt - Deutzmotoren-Versuche	?	20. 1.39.
32.	-	Zur Frage der Bestimmung des Asphaltgehaltes in gealterten Schmierölen	?	30. 4.42.
33.	P121.	Ausarbeitung eines Verfahrens zur Prüfung von Motorenölen hinsichtlich Ringstecken, Alterung und Verschleiss	Schaub	9. 6.42.
34.	P122.	Das Verhalten verschiedener handelsüblicher Flug- und Kraftwagenmotorenöl in Bezug auf das Kolbenfressen	Schaub	13. 6.42.
35.	P123.	Verdünnung der Motorenöle für Winterbetrieb der Einfluss auf das Kolbenfressen	Schaub	13. 7.42.
36.	P124.	Flugölmischung K1951 aus RCH-Brightstock und einer niedrig viskosen mineralischen Komponente der Nerag	Schaub	10. 9.42.

000010

(B.)

RUHRCHEMIE REPORTS  
( continued )

37.	P125.	Erprobung des Versuchöles des HFA 3370 (ME96 - Esteröl der I.G.)	Schaub	11. 9.42.
38.	-	Vorbereit. Motorenöl Vers Nr 3370 (ME 96 - Esteröl)	Schaub	1. 7.42.
39.	-	Analytische Bearbeitung eines Esteröles der I.G.Farben	Rottig	28. 8.42.
40.	P125a	Erprobung des Motorenöles 3370	Schaub	8. 4.43.
41.	P126	Der Einfluss der Zähigkeit auf den Ölverbrauch	Schaub	19. 9.42.
42.	P127	Über die Schmierwirkung von dünnflüssigen Motorenölen (Winteröle)	Schaub	21. 9.42.
43.	P128	Flugöl 3344 von der Grossanlage	Schaub	6.10.42.
44.	P129	Flugöl 1979 vom Hauptlabor	Schaub	4. 1.43.
45.	P130	Die Wirkung von Oppanolzusatz auf das Verhalten von Motorenöl	Schaub	27. 2.43.
46.	P131	Der Einfluss von Oppanolzusatz auf den Verschleiss	Schaub	11. 3.43.
47.	P132	Flugölmischung K1951/2 aus inhiertem RCH- Brightstock und Meragöl	Schaub	8. 4.43.
48.	P133	Untersuchung des Motorenöles 3698	Schaub	12. 4.43.
49.	P134	Untersuchung des Motorenöles der Merag (N.1)	Schaub	12. 4.43.
50.	P135	Untersuchung eines normalen Wehrmacht-Winteröles der Merag (RCH-Kurzbezeichnung: N2)	Schaub	4. 5.43.
51.	P136	Untersuchung von 3 Winterölen der I.G. - Farbenindustrie A.G.Ludwigshafen Ma46, Ma48 und Ma49.	Schaub	5. 5.43.
52.	P137	Anlassen von Otto-Motoren bei tiefen Temperaturen	Schaub	29. 6.43.
53.	P138	Untersuchung des Esteröles E1 vom Forschungslabor RCH	Schaub	6. 7.43.
54.	P139	Prüfung des Motorenöles 3993 in Bezug auf Kolbenfressen	Schaub	17. 9.43.
55.	P140	Die Klopfmessung von Synthese-Benzinen Abhängig von der Zündeneinstellung	Schaub	1.11.43.
56.	P141	Über das Pumpverhalten von Schmierstoffen bei tiefen Temperaturen	Schaub	29.11.43.
57.	P143	Durchdrehversuche mit Rumänienöl	Schaub	29.12.43.
58.	P144	Prüfung eines Flugmotoren-Schmierstoffes SS1060 auf Kolbenfressen	Schaub	7. 3.44.

000011

(B)

RUHRCHEMIE REPORTS  
(continued)

59	P145	Die Scheuebildung bei Schmierölen	Schaub	17. 3.44.
60	P146	Prüfung der Flugölprobe K2015 der Molaj	"	17. 6.44.
61	P147	Anlassen von Otto-Motoren bei tiefen Temperaturen 2. Zwischenbericht	"	27. 6.44.
62	P148	Prüfung von Getriebeölen auf Hitzeteständigkeit	"	29. 8.44.
63	P149	Vorversuche im Vierkusolepparat	Becker & Schaub	26. 9.44.
64	P150	Kaltprüfung von Getriebeölen im Schaltgetriebe Ak 7-200	Schaub	29. 9.44.
65	P151	Die Beurteilung von Schmierstoffen nach dem Verschleiss im Motor	"	15.11.44.
66	P152	Alterungsverhalten der Flugölmischung K2025 (mit RCH-Brightstock, nicht inhibiert)	"	19.10.44.
67	P153	Vergleich von synth. Rückstands- und Destillatöl gleicher Zähigkeit zur Klärung der Wirkung des Brightstock-anteils	"	21.10.44.
68	P154	Erprobung verschiedener Hochdruckzusätze zu normalen Syntheseöl, verbunden mit Untersuchungen über verschiedene Methoden zur Prüfung der Schmierfähigkeit.	"	2.11.44.
69	P155	Versuche mit Kraftstoffen verschiedener Siedelage	"	16.11.44.
70	P156	Versuchsbericht über unvollständig durchgeführte Getriebeölversuche	"	14. 2.45.
71	P157	Bericht über Dampfblasenrundversuch des OKH	"	14. 2.45.
(C) <u>DEUTSCHE KRAFTFAHRFORSCHUNG</u>				
72	75	Über den Angriff von Gefrierschutzmitteln auf Metalle und Gummi (Staatlichen Materialprüfungsamt, Berlin-Dahlem)	Schikorr & Alex	
73	52	Stand der Erkenntnisse über Gemischbildung in Otto- und Dieselmotor (T.H. Dresden)	Zinner	
74	96/1941	Versuche zur Verwendung von Treibgas im reinen Dieselmotor (T.H. Dresden)	Dreyhaupt	
75	94/1941	Bombenversuche über Gemischbildung und Verbrennung bei Benzineinspritzung (T.H. Graz)	Bischi	
76	58	Klopfvorgänge an Motorzylindern (T.H. München)	Schmidt & Regel	
77	99/1941	Versuche an einem Vergasermotor mit Selbstzündung (T.H. Stuttgart)	Ernst & Dörr.	
78	74	Versuche über das motorische Verhalten synthetischer Otto-Kraftstoffe (T.H. Stuttgart)	Kamm	
79	54	Motorisches Verfahren zur Prüfung von Dieselmotoren (T.H. Stuttgart)	Ernst & Gross	
80	86	Der Stand der Zweitaktforschung	(Various)	6. 6.40.
81	91	Gemischbildung und Verbrennung (Diesel)	( " )	1.10. 40.

(C) DEUTSCHE ERFTFAHRTFORSCHUNG  
(continued)

82	103/1941	2. Tagung des Arbeitskreises für Zweitaktfragen	(Various)	20. 5.41.
83	111/1942	2. Tagung des Arbeitskreises für Fragen der Motorischen Verbrennung	( " )	10.10.41.
84	Heft 3	Leistung und Wirtschaftlichkeit gasgetriebener Fahrzeugmotoren	Rixmann	1938
85	Heft 4	Frischölschmierung beim Pleuel-Gleitlager. (Huber & Eiberger) Untersuchungen an Fahrzeugdieselmotoren (Riekert & Ernst)  Untersuchung der Ausstrahlung des Verbrennungsraumes schnelllaufender Diesel- und Ottomotoren		1938
86	Heft 5	Beitrag zur Erforschung des Verbrennungsvorganges im schnelllaufenden Dieselmotor	Fisane	
87	Heft 29	Zylinder und Kolbenringverschleiss	Kneule	1938
88	Heft 31	Messung der Klopfestigkeit an Otto-Motoren	Beck	1939
89	Heft 33	Untersuchung der Klopfgeräusche von Ottomotoren mit elektronkustischen Messgeräten	Schutz & Conrlich	1939
90	Heft 34	Die mechanischen Verluste des schnelllaufenden Dieselmotors und ihre Ermittlung mit dem Schlepptest	Ullman	1939
91	Heft 52	Vergleichende Untersuchungen an Lagerachalenwerkstoffen	Heidbroek & Doring	1941
92	Heft 53	Das Aufspritzen des Kraftstoffes im Dieselmotor. Zündverzugsmessung mittels Photozellen in verschiedenen Wellengebietern	Blume Strillechner	1941
93	Heft 54	Nachweis der Schmierfilmdurchbrechung durch Messen des elektrischen Übergangswiderstandes zwischen Kolbenring und Zylinder	Poppings	1941
94	Heft 55	Kraftstoff und Motor beim Anlassen von Fahrzeug-Dieselmotoren	Rixmann, Scheub & Conrad.	1941
95	Heft 57	Kraftstoffaufbereitung durch die Einspritzdüse	Schutz	1941
96	Heft 59	Das Schmiermittel im Zahnradgetriebe unter besonderer Berücksichtigung der Grenzreibung	Pietsch	1941
97	Heft 60	Der Betrieb gemisch-Gespülter Zweitaktmotoren mit Flüssiggas	Schmidt	1941
98	Heft 61	Der Spülvorgang auf Grund einer neuen Auffassung der Expansionsströmung	Schultz-Grunow & Niephardt	1941
99	Heft 62	Aufladevorgang von Viertakt Dieselmotoren der Spülvorgang	Riedel	1941

000013

(C) DEUTSCHE KRAFTFAHRTFORSCHUNG  
(continued)

- 100 Heft 63 Zündvortag und Bewertung des Kraftstoffs, Ernst 1941  
Zündvortagsmessungen an Diesel- und Ottokraft-  
stoffen Widmaier
- 101 Heft 76 Einfluss der Luftbewegung auf die Ausbildung  
des Kraftstoffstrahles in der Zylinderkammer Sauberlich 1943
- (D) REPORTS BY THE VERSUCHSSTELLE, BERLIN
- 102 2363 Verfahren zur Cetanzahlbestimmung von Lango 18.11.41.  
Dieselkraftstoffen
- 103 2337 Geheim. Verhalten von Flugkraftstoffen beim Ginnemann 18. 4.42.  
Höhenfluge Baier  
et al
- 104 2485 Schleimbildung von Flugmotorenölen Müller & Baier 19. 2.43.
- 105 2525 Schmierstoffforderung im Motor bei Kältebe-  
ständigen Luftmotorenölen Starke 1. 4.44.
- 106 2363 Cetanzahlbestimmung von Dieselkraftstoffen  
(mit Trägheits- oder nach Dr. Neumann)
- (E) REPORTS BY THE PHYSIKALISCH-TECHNISCHES BUREAU
- 107 - Entwicklung und Prüfung eines Kälteviskosimeters Willenberg 1944
- (F) DVL REPORTS
- 108 - Vorschläge für die Beschlussfassung Philippovich 13.5.42.
- 109 - Aussprache über Kraftstoffprobleme der Luftfahrt 17. 6.41.
- (G) REPORTS FROM TECHNISCHE HOCHSCHULE
- 110 - Kraftstoffbewertung hinsichtlich Heger & v. Eberan 30. 3.44.  
Dampfassenstörung (Dresden)
- 111 - Gemischbildung im Otto-Motor beim Anlassen, Gorminghoff,  
Kraftstoff-Druckspannung und Anlassenverfahren v. Schieszl  
bei Tieftemperaturen (Dresden) & Hencke 1.12.43.
- 112 - Versuche zur Bestimmung der Druckbeständig-  
keit von Schmierölen (Doktor-Arbeit: Berlin) de Jong -
- 113 - Untersuchung der Schmierfähigkeit von Gelen Krdner May 1944  
(München)
- 114 - Zahnradversuche bei Oelsumpftemperaturen von Wellinger 5. 8.44.  
150°C. (Stuttgart)
- 115 392 Untersuchungen zur Entwicklung des Ernst  
Selbstzündungsbetriebs im gemisch- & Dorr 29. 3.41.  
verdichtenden Motor. (Stuttgart)
- 116 - Versuche über die Hitzebeständigkeit der Wellinger 9. 5.44.  
Getriebschmiermittel unter Einbeziehung  
der neuen ungefetteten Getriebeöle

000214

## (H) REPORTS BY OTHER COMMERCIAL COMPANIES

000015

## (1) DEUTSCHE VACUUM OEL

117	VB532b	Feststellung der Fließ-Grenztemperatur von Schmierölen	Paul & Richter	30. 6.43.
118	VB540a	Entwicklung von Versuchseinrichtungen und Verfahren zur Bestimmung des Kaltverhaltens von Schmierölen	"	17. 3.44.
119	VB541a	Untersuchung der Hitzebeständigkeit von Getriebeöl der Wehrmacht 88	"	13. 3.44.
120	VB542a	Hochdruck-Öle (Hypoidöle für Hochbelastete Antriebe)	Richter, Paul & Urlass	14. 3.44.
121	10	(2) I N T A V A Prüfung von Flugmotorölen in DKW-Motor	Wenzel	20. 3.41.
122	30	Auswertung der Versuche im EM-Ölprüfmotor hinsichtlich Gelkohlebildung	Wenzel	30. 9.43.
(3) R H E N A N I A - O S S A G				
123	-	Pumpapparatur zur Kennzeichnung des Kaltverhaltens von Motoren- und Getriebeölen	Rossig	25. 4.44.
124	3	Untersuchung von Getriebeölen auf Pumpfähigkeit in der Kälte	Zogbaum & Deberitz	1. 7.42.
125	5	Umpumpversuche in der Kälte (Getriebeöl der Wehrmacht-Winter)	Hofmann	25. 9.42.
126	7	Vorversuche für Pumpfähigkeit von Getriebeölen in der Kälte	Zogbaum & Deberitz	30. 4.43.
127	10	Prüfung von Getriebeölen der Wehrmacht 88 auf Pumpfähigkeit in der Kälte	Zogbaum	24. 7.43.
128	11	Eichung der Abgeänderten Pumpapparatur und Anlegung einer kaltepumpfähigkeit-Kurve	Zogbaum & Zander	12.10.43.
129	14	Prüfung der als Eichöl zurückgestellten Getriebeöle der Wehrmacht 88 auf Pumpfähigkeit	Zogbaum & Schruer	14. 1.44.
130	18	Vergleich der Pumpapparatur alte Ausführung mit derselben neue Ausführung	Zogbaum	7. 6.44.
(4) I. G. F A R B E N, O P P A U				
131	-	Der I.G.-Prüfdiesel zur Messung der Zündwilligkeit von Kraftstoffen	-	18. 2.42.
132	-	Entstehung und Verwendungszweck des Versuchsmotors K.	-	27. 2.42.
133	-	Drawings from I.G. Oppau Rept. No. 478	-	-
134	-	" " " " " " 542	-	-
135	-	" " " " " " 518	-	-
136	474	Geheim Ein Beitrag zur Prüfung des Klopfverhaltens von Flugkraftstoffen in Kleinmotor	Witschakowski	25. 9.41.
137	489	Die Durchführung von Oktanzahlbestimmungen nach dem Oppauer Verfahren	Singer	22. 1.42.

000016

## (5) JUNIERS (?)

138 2037 Einfluss von Schmierstoff und Kraftstoff auf Rückstandsbildung und Feuerrievverschleiss (im Einzylinder-Dieselmotor Juno 205) Saermilch 12. 5.43.

## (6) DAILLER-BENZ

139 - Durchdrehversuche mit neuen Winterölen der Mehrmacht Hohenson 21. 9.43.  
 140 - Durchdrehversuche mit neuen Winterölen der Mehrmacht bei -20°C. " 15.10.42.  
 141 - Richtlinien für Durchdrehversuche zur Beurteilung der Kaltstartfähigkeit von Motorenölen ? 22. 8.42.

## (7) ADAM OPEL A.G.

142 S.713 Kaltstart-Versuche mit Einheitsöl der Mehrmacht (Einheitsdiesel der Mehrmacht H.A.526) Gorissen 15. 1.43.  
 143 Z.804 Kaltstart-Versuche mit Einheitsöl der Mehrmacht (Klysch-Motor HL 62 TR) " 31. 1.41.  
 144 - Kaltstart-Versuche mit Einheitsöl der Mehrmacht (Benz-Motor 2 ltr.type 326) " 14. 7.41.

## (8) ROBINMETALL BORGIG

145 - Prüfung von 14 fettfreien Getriebeölen Heilmann 15. 2.42.

## (9) MISCELLANEOUS REPORTS

146 - Niederschrift über die Sitzung des Arbeitsausschusses "Zlopfmessungen im I.G. - und C.F.M.-Motor" - 23. 6.44.  
 147 - Sonderausschuss zur Normung der motorischen Prüfung von Dieselmotoren bei DWA - 22. 9.42  
 148 - Einheitliches Verfahren für Dieselmotoren - 18. 1.41.  
 149 - Heizölbeschaffenheit - 16. 9.38.  
 150 - Technischer Bericht zur Normung der motorischen Prüfung von Dieselmotoren (Klockner-Humboldt-Deutz) - 11. 4.42.  
 151 - Arbeitsvorschrift zur Bestimmung der Pumpfähigkeit von Heizölen - -  
 152 - Gebrauchsanweisung für den Methoden-Doppelstrahl-Gezillographen (quarz-Indikator) Nier -

(A)

RUIR-BENZIN  
REPORTS

---

CTOC ITEMS Nos:

1 THRU 29

---

000017



*Rührmaschinen-Aktiengesellschaft*  
Lechhausen-Köthen

Berlin, den 9. Oktober 1938.  
Hr. Dr. G. G. G.

**B e r i c h t**

Über die Ergebnisse der Versuche an  
Rührmaschinen mit einem Rühr-  
motor Motor 1938.

Die Versuche wurden durchgeführt am

- Motor Motor 1938.
- einzelne
- einzelne
- einzelne
- einzelne
- einzelne

Die Versuche wurden durchgeführt am  
Motor Motor 1938. Die Ergebnisse sind  
in den nachfolgenden Tabellen dargestellt.

Verfahren:	Ergebnisse:	
	Wirkungsgrad %	Effizienz %
1. Rührmaschinen 1 - Stunde von 2 sec.	45	35
2. Rührmaschinen 1 - Stunde von 15 sec., 3. Rühr- maschinen, 2. Rühr- maschinen.	45	35
3. Rührmaschinen von 2 sec. 1. und 2. Gruppe von 3 Rührmaschinen mit 15- Spritzstand von 1 sec.	45	35
4. Rührmaschinen	5	7
5. Rührmaschinen	25	25

Es sollen an die obigen Verfahren jeweils eine Merkmalskurve aufge-  
stellt. Die Merkmalskurven der Verfahren A), B) und C), welche

000018

nist bei gleicher Wasseroberflächtemperatur von 45° und Abl-  
weichtemperatur von 35° aufgestellt werden, ferner die Rich-  
tichkeit des Vorgehens. Bei Verfahren ( ) die bei den beiden  
niederen Temperaturen (von 35° und 45°) die sich für die  
1., die Wasseroberflächtemperatur 7° die sich für die

die Temperatur der Luft bei der Wasser- und Abl-  
weichtemperatur (von 35° und 45°) die sich für die  
richtig sind. Dieser die Verfahren ( ) die bei den beiden  
niederen Temperaturen (von 35° und 45°) die sich für die  
1., die Wasseroberflächtemperatur 7° die sich für die  
niederen Temperaturen (von 35° und 45°) die sich für die

die Temperatur der Luft bei der Wasser- und Abl-  
weichtemperatur (von 35° und 45°) die sich für die  
richtig sind. Dieser die Verfahren ( ) die bei den beiden  
niederen Temperaturen (von 35° und 45°) die sich für die  
1., die Wasseroberflächtemperatur 7° die sich für die  
niederen Temperaturen (von 35° und 45°) die sich für die

die Temperatur der Luft bei der Wasser- und Abl-  
weichtemperatur (von 35° und 45°) die sich für die  
richtig sind. Dieser die Verfahren ( ) die bei den beiden  
niederen Temperaturen (von 35° und 45°) die sich für die  
1., die Wasseroberflächtemperatur 7° die sich für die  
niederen Temperaturen (von 35° und 45°) die sich für die

die Temperatur der Luft bei der Wasser- und Abl-  
weichtemperatur (von 35° und 45°) die sich für die  
richtig sind. Dieser die Verfahren ( ) die bei den beiden  
niederen Temperaturen (von 35° und 45°) die sich für die  
1., die Wasseroberflächtemperatur 7° die sich für die  
niederen Temperaturen (von 35° und 45°) die sich für die

die Temperatur der Luft bei der Wasser- und Abl-  
weichtemperatur (von 35° und 45°) die sich für die  
richtig sind. Dieser die Verfahren ( ) die bei den beiden  
niederen Temperaturen (von 35° und 45°) die sich für die  
1., die Wasseroberflächtemperatur 7° die sich für die  
niederen Temperaturen (von 35° und 45°) die sich für die

000019

niedriger Temperaturen keine Verstärkung des Prüfverfahrens zu erwarten. Berechnungen mit der Beobachtung der Grundverhältnisse, die aus diesen Versuchen hervorgehen, daß der Betrieb mit hohen Temperaturen für die meisten Motoren vorteilhaft ist, und daß es nicht zweckmäßig ist, den Betrieb zu unterbrechen.

Die vorläufige Entscheidung über die Festlegung der 15 als untere Grenztemperatur bei anderen Motoren nicht erreicht. Die vorläufige noch zu bestimmende Festlegung liegt bei etwa 17. Dieser Wert ist noch zu überprüfen von Bosch, um die Festlegung aus dem Vergleich mit anderen (13, 7, 15). Die Festlegung kann noch nicht mit Bestimmtheit angegeben werden.

Es sich bei der unteren Temperatur eine für die Abkühlung mittels direkter oder indirekter Mittel erreichen, sollte diesen Wert als die Leistung von Hand zu geben. Die Temperatur sollte nicht auf den gewünschten Wert mit einem von maximal  $\pm 0,3^\circ$  ohne Schwankungen zu stellen. Die Abkühlung der Öltemperatur sollte ebenfalls eine Schwankung auf  $\pm 0,5^\circ$  betragen werden.

Die Abkühlung sollte durchgeführt, die Werte sich bei kritischen Punkten ändern, zum Beispiel die Öltemperatur konstant gehalten wird und die Wasserdampf-temperatur verändert und andererseits bei konstant gehaltenen Wasserdampf-temperatur die Öltemperatur verändert wird. Das von der Wasserdampf-temperatur hervorgeht, daß der Unterschied der beiden Temperaturen fast gleich ist, wobei eine Änderung sowohl der Öltemperatur als auch der Wasserdampf-temperatur um  $1^\circ$  eine Änderung des Unterschiedes bewirkt, welche einer Temperaturdifferenz von  $0,5$  entspricht. Die in der Einleitung erwähnte Ungenauigkeit durch Schwankungen der Wasserdampf- und Öltemperatur dürfte deshalb  $0,5$  betragen.

000020

größere treuhergebliebenen als in 1900. Alle bei veränderten Verhältnissen inoffiziell der nachfolgenden (1. April) an die Gesellschaft, einschließlich der im Jahre 1900 an die Gesellschaft abgegebenen Aktien, sind bei der Gesellschaft zu verzeichnen. Deren Verbleiben bei der Gesellschaft, auch bei der Abgabe der Aktien, ist durch die Gesellschaft zu bestätigen. Nur ein Drittel der im April 1900 abgebenen Aktien ist für die Gesellschaft zu verzeichnen, während die Verbleiben der Aktien nicht bestätigt ist. Die Gesellschaft ist berechtigt, die Aktien der Gesellschaft durch die Gesellschaft zu übertragen, wenn dies in der Gesellschaft nicht möglich ist. Die Gesellschaft ist berechtigt, die Aktien der Gesellschaft durch die Gesellschaft zu übertragen, wenn dies in der Gesellschaft nicht möglich ist.

Aktienbesitz

Die Aktien der Gesellschaft, welche in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt sind, sind die Aktien der Gesellschaft, welche in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt sind.

Die Aktien der Gesellschaft, welche in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt sind, sind die Aktien der Gesellschaft, welche in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt sind.

Die Aktien der Gesellschaft, welche in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt sind, sind die Aktien der Gesellschaft, welche in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt sind.

Die Aktien der Gesellschaft, welche in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt sind, sind die Aktien der Gesellschaft, welche in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt sind.

Dr. ...  
Herrn ...  
Herrn ...  
Herrn ...  
Herrn ...  
Herrn ...

*[Handwritten signature]*

000021

Abrechnung der 1. Veranschlagung  
 Oktober 1933 im Jahre 1933

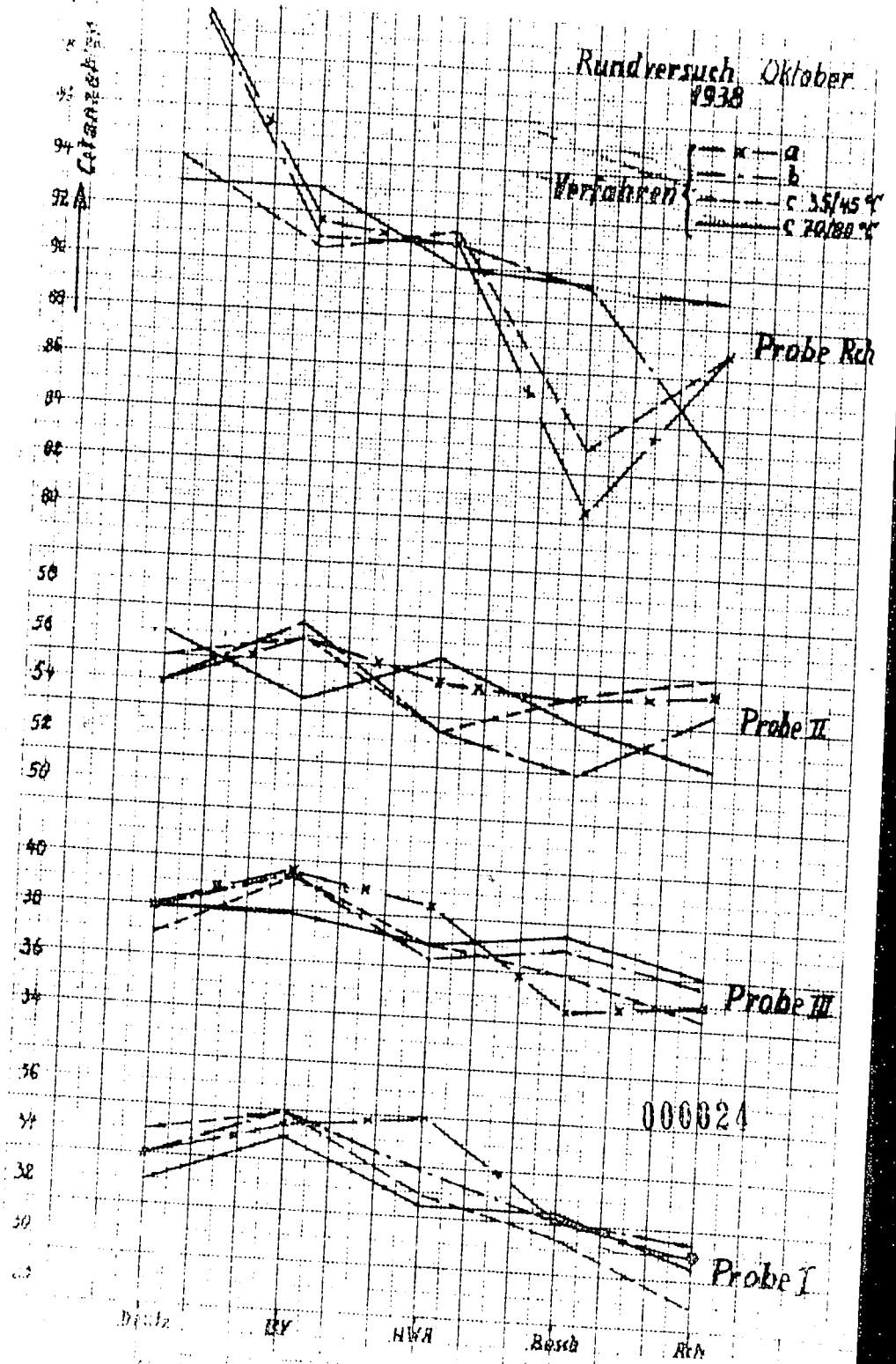
Vertragsnummer	Vertragssumme	Abrechnung		Abrechnungssumme
		1. Veranschlagung	2. Veranschlagung	
1	3,5	33,5	39,2	88
2	3,5	33,5	39,7	82,5
3	3	34,5	39	87
4	2,5	31,2	37	83
5	3,5	35,5	41,5	87,5

000022

Ölprobe	Mess- stelle	Verfahren a	Verfahren b	Verfahren c 35/45 °C	Verfahren c 70/80 °C
Probe I	H W A	35	33	32	31,5
	B o	31	31,2	30,5	31,5
	R c h	30	30,5	30	29,5
	B V	34,5	35	35	34
	D e	33	33	34	32
	Mittel- wert	32,7	32,5	32	31,7
	Streuung	± 2,5	± 2,25	± 3,5	± 2,25
Probe III	H W A	38,5	36,5	37	37
	B o	34,5	37	36	37,5
	R c h	35	35,7	34,5	37
	B V	39,5	39,5	39,5	38
	D e	38	38	37	38
	Mittel- wert	37,1	37,3	36,8	37,3
	Streuung	± 2,5	± 1,9	± 2,5	± 1
Probe II	H W A	54,5	52,5	52,5	55,5
	B o	54	51	54	53
	R c h	53,5	53,5	55	51,5
	B V	56	56,5	56	53,5
	D e	54	54	55	56
	Mittel- wert	54,6	53,5	54,5	53,9
	Streuung	± 1	± 2,25	± 1,75	± 2,25
Probe R c h	H W A	91	91	91,5	90
	B o	80,5	89,5	83	--
	R c h	83	82,5	87	89
	B V	91,5	91	90,5	93
	D e	100	100	94	93
	Mittel- wert			89	91,2
	Streuung			± 5,5	± 2
H W A - Heereswaffenamt B o - Bosch G m b H R c h - Ruhrchemie A G B V - Benzolverband D e - Humboldt-Deutzm.A G				Cetanzahlen der Ölproben Rundversuch Oktober 1938	
Humboldt-Deutz-Magirus				Anlage 1	

000023

Rundversuch Oktober 1938



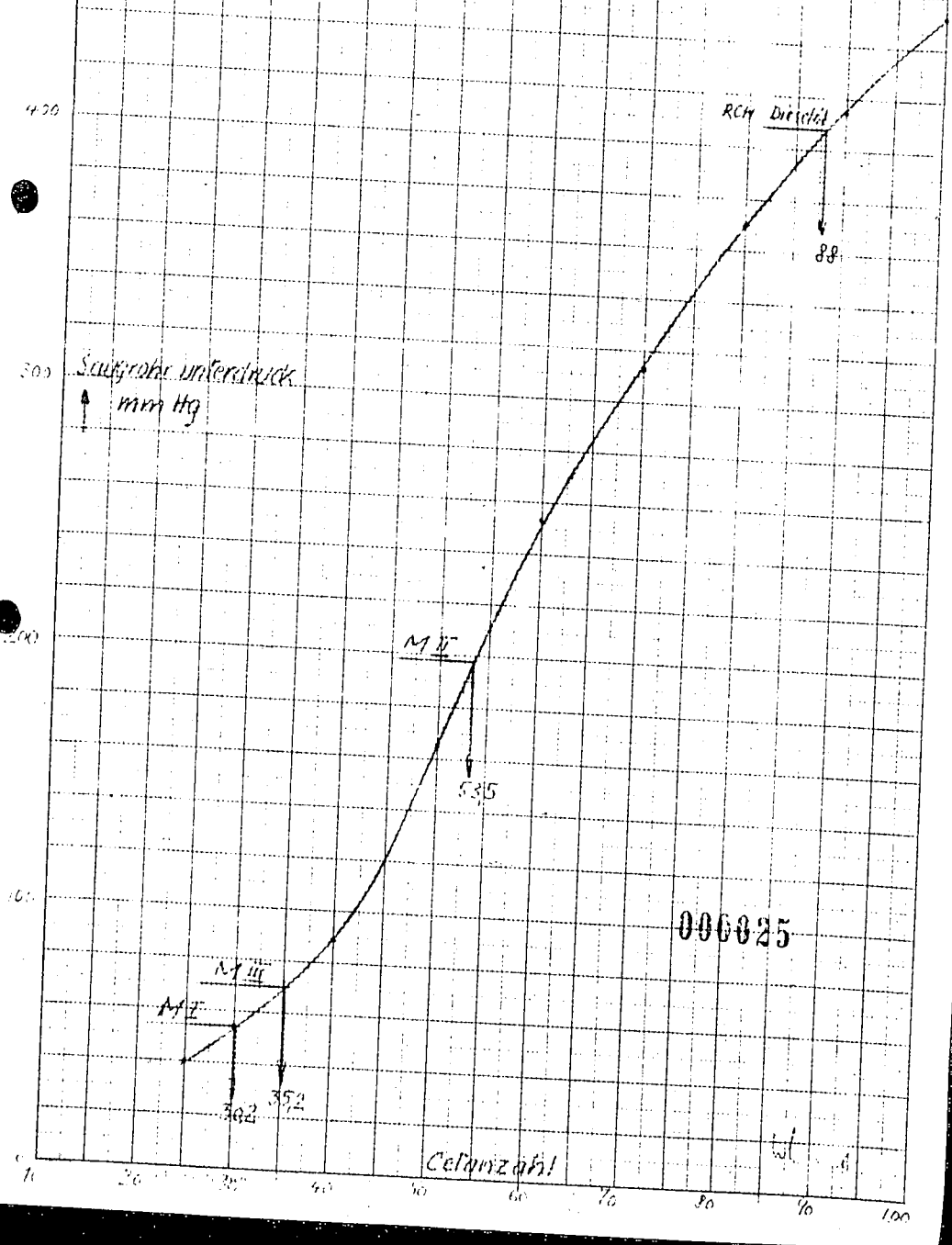
000024

Ringversuch am HWA-Prüfmotor

K. Pr. 1  
Rohrbenzol AG.  
Abt. Prüfstand  
Versuchstag: 24.10.54

Verfahren: a)

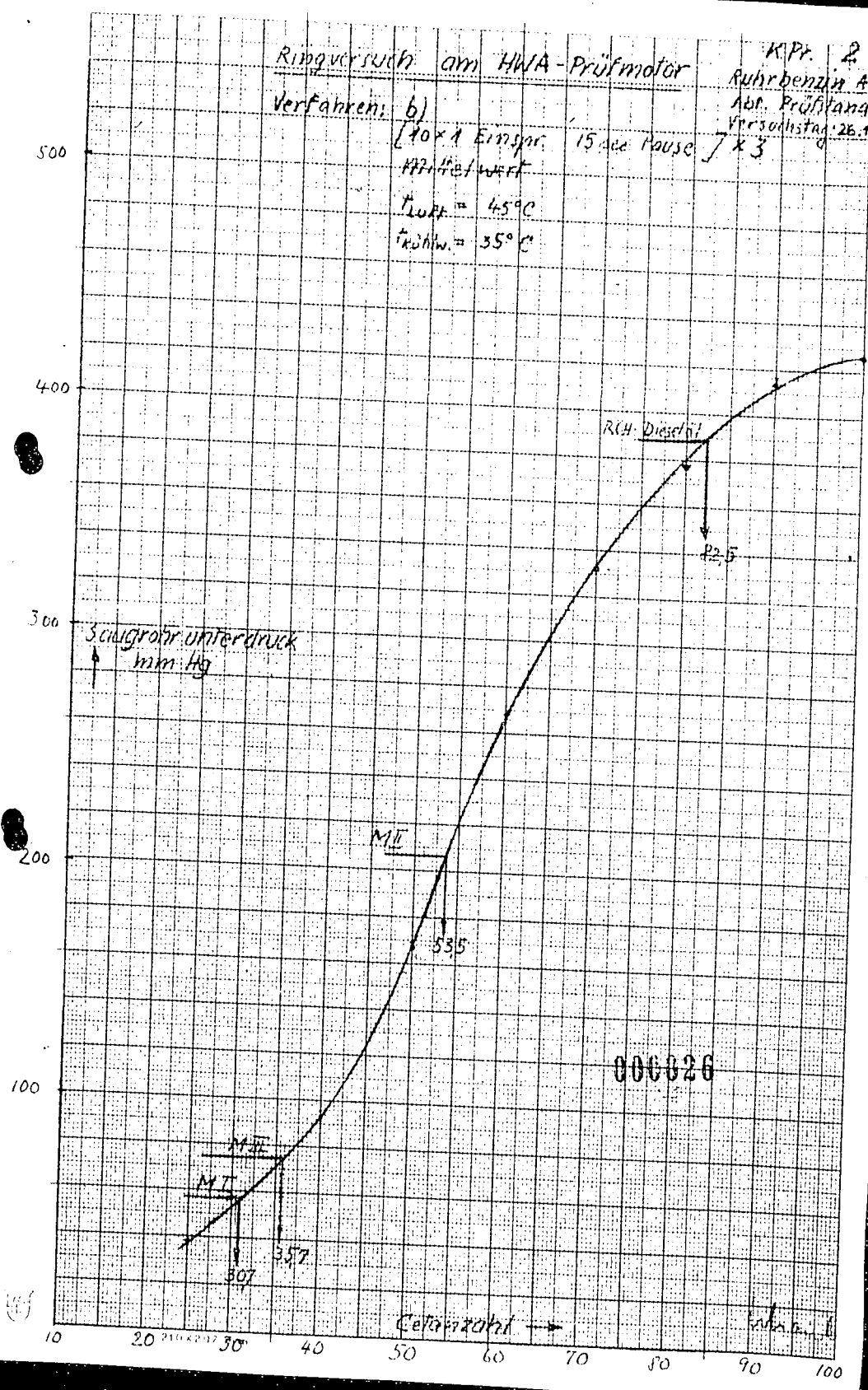
10 x 1 Einspr. 20 sec Pause  
 $t_{\text{Luft}} = 45^{\circ}\text{C}$   
 $t_{\text{Kühler}} = 35^{\circ}\text{C}$





1  
G.  
11724  
24.10.38

Ringversuch am HWA-Prüfmotor K.Pf. 2  
Ruhrbenzin AG.  
Verfahren: b) [40 x 1 Einspr. 15 sec Pause] x 3  
Abt. Prüfstand  
Versuchstag: 26.10.38  
Kühlw. = 35°C  
Luft = 45°C  
Kühlw. = 35°C



2  
in 45  
Land  
26.10.34

Ringversuch am HWA-Prüfmotor

k Pr. 3

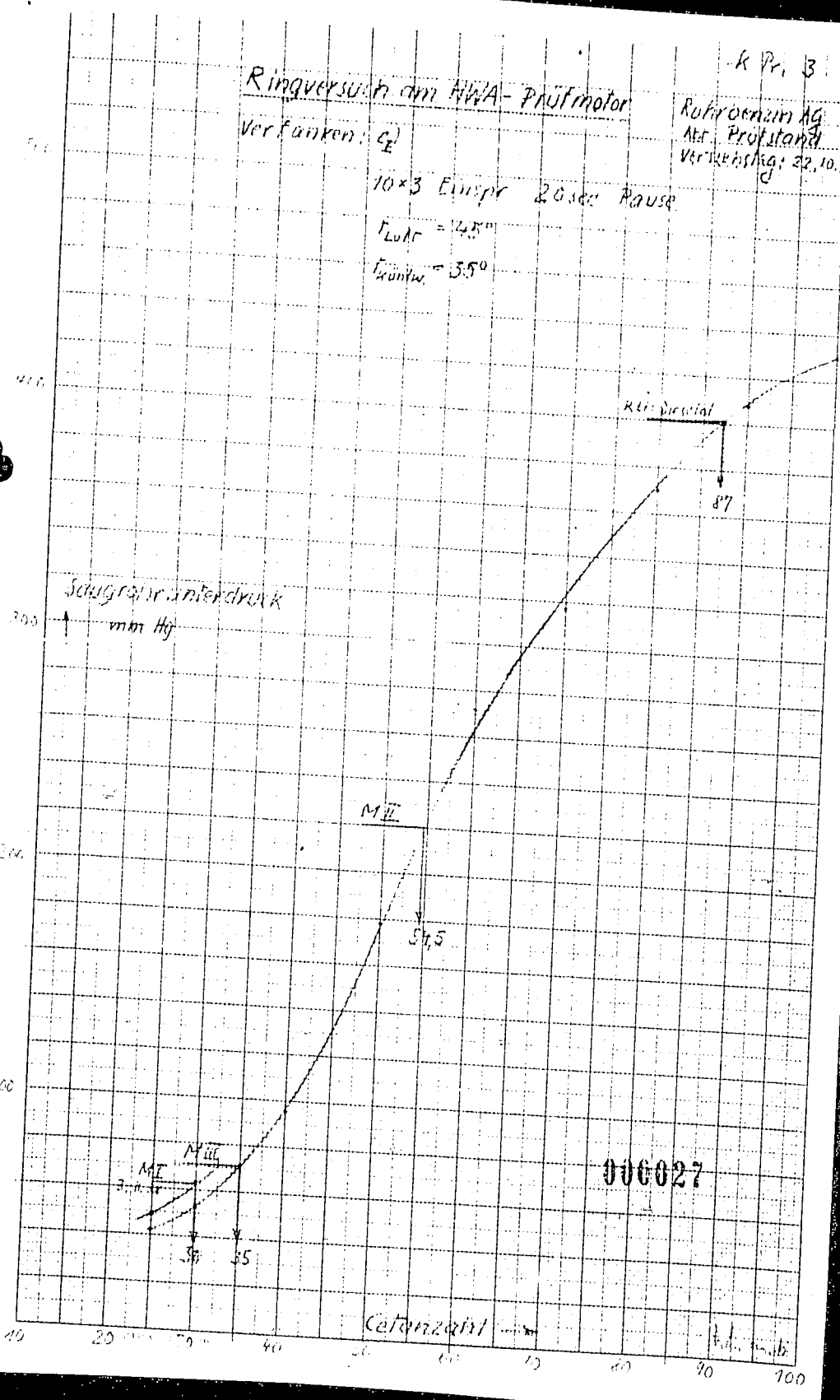
Verfahren: G

Rohrbenzin AG  
Alt. Prüfstand  
Verkehrshg: 22.10.34

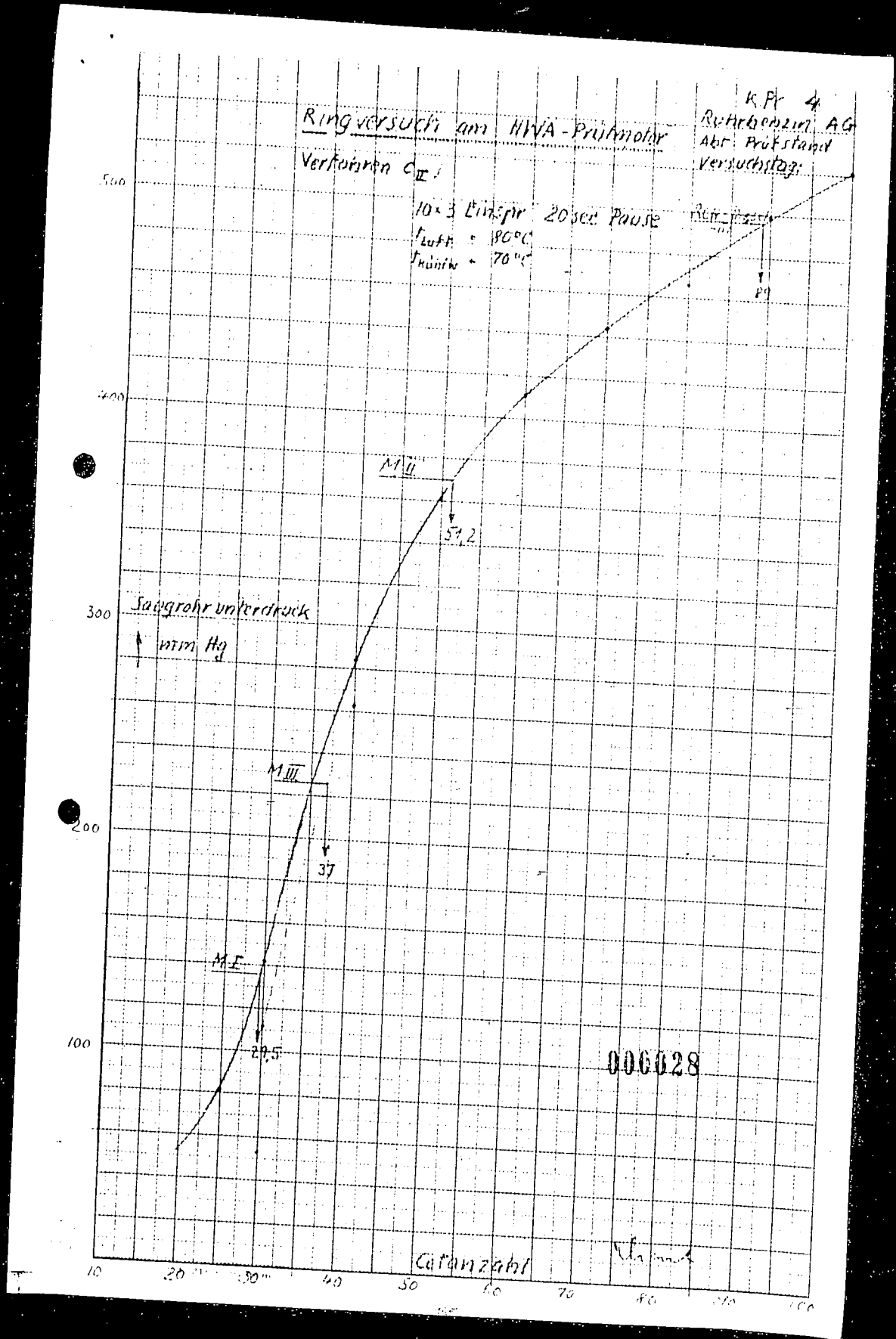
10x3 Einspr 20sec Pause

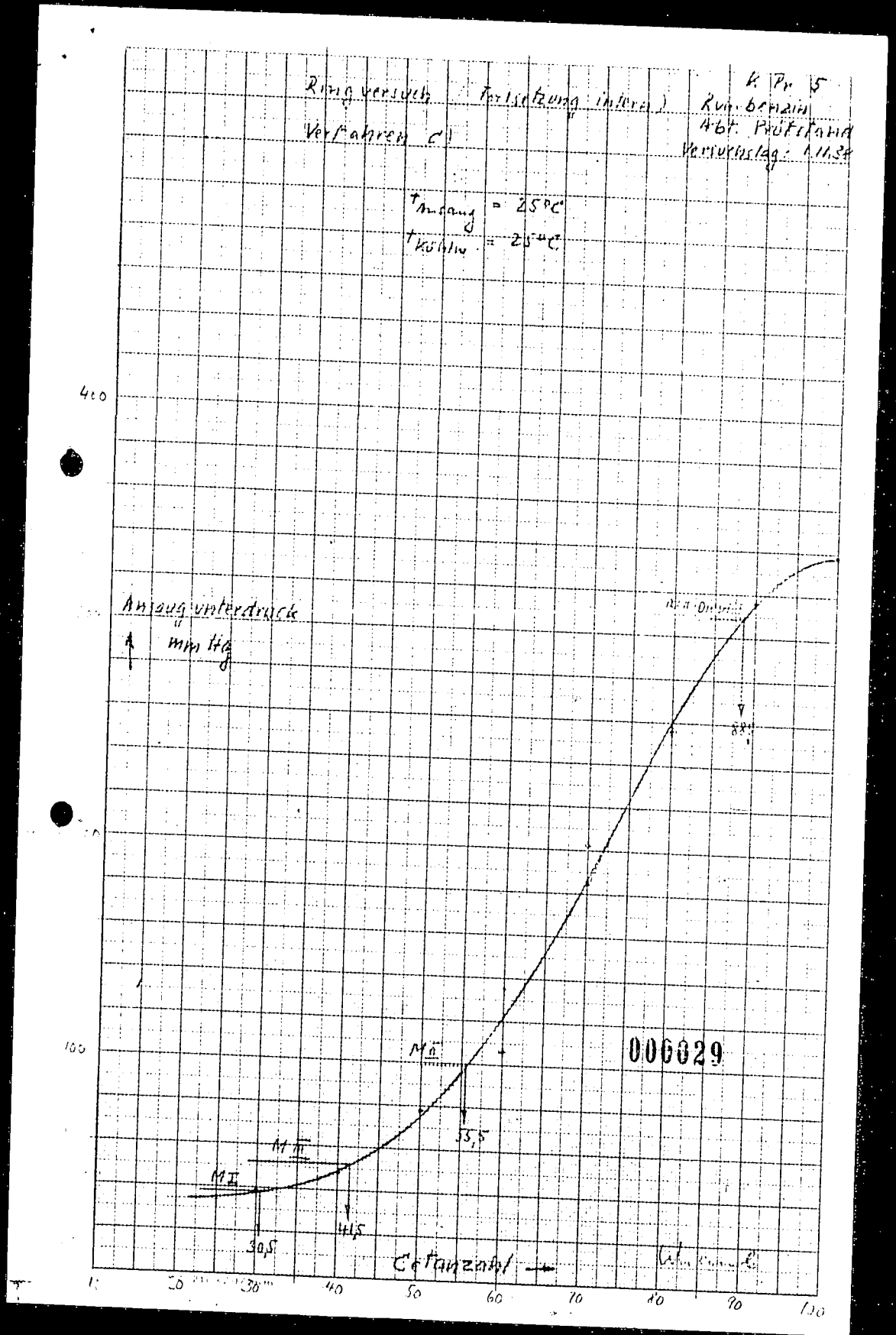
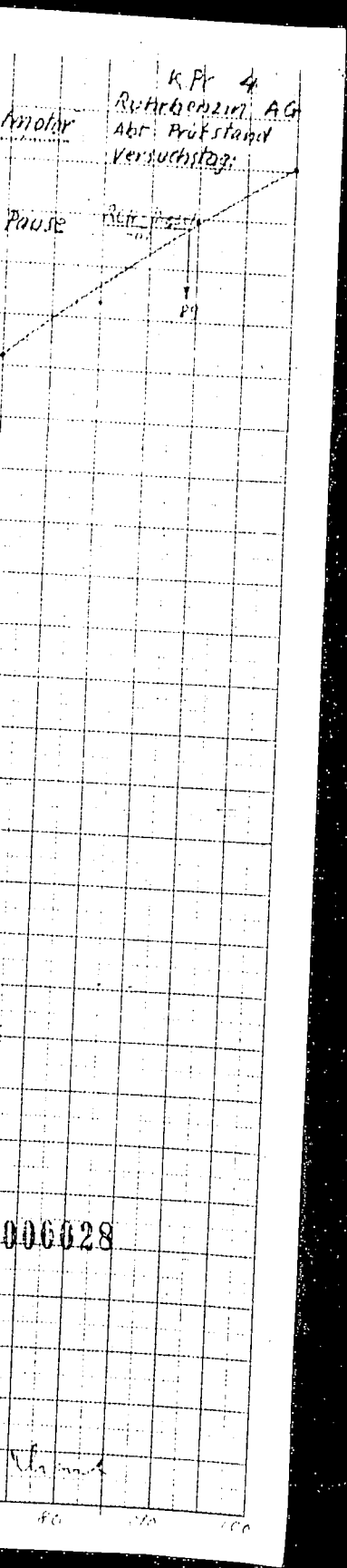
$\tau_{Luft} = 12.5^\circ$

$\tau_{Kühlw} = 3.5^\circ$

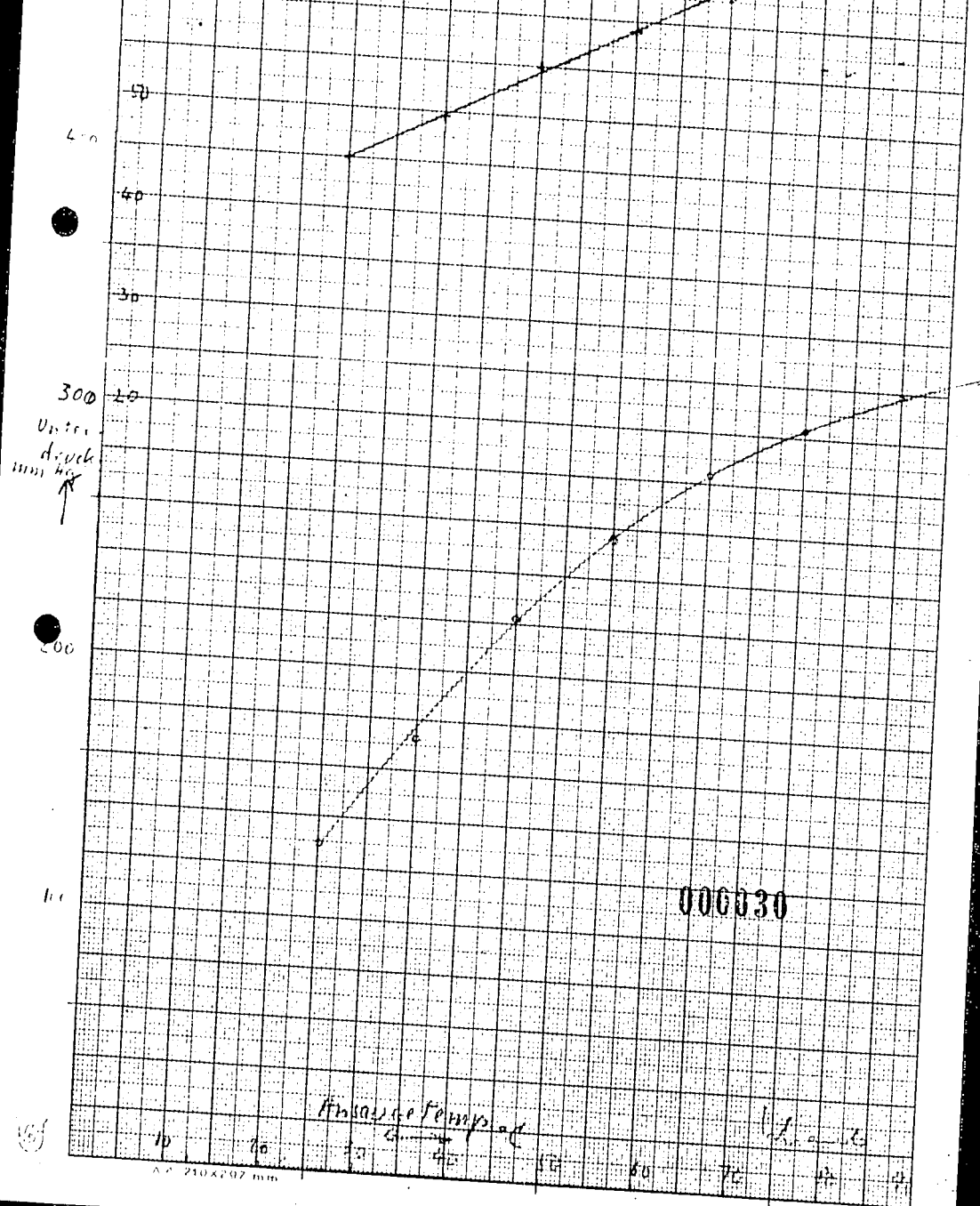


Pr. 3  
 22m Hg  
 1. Stand  
 19. 22. 10. 2  
 700





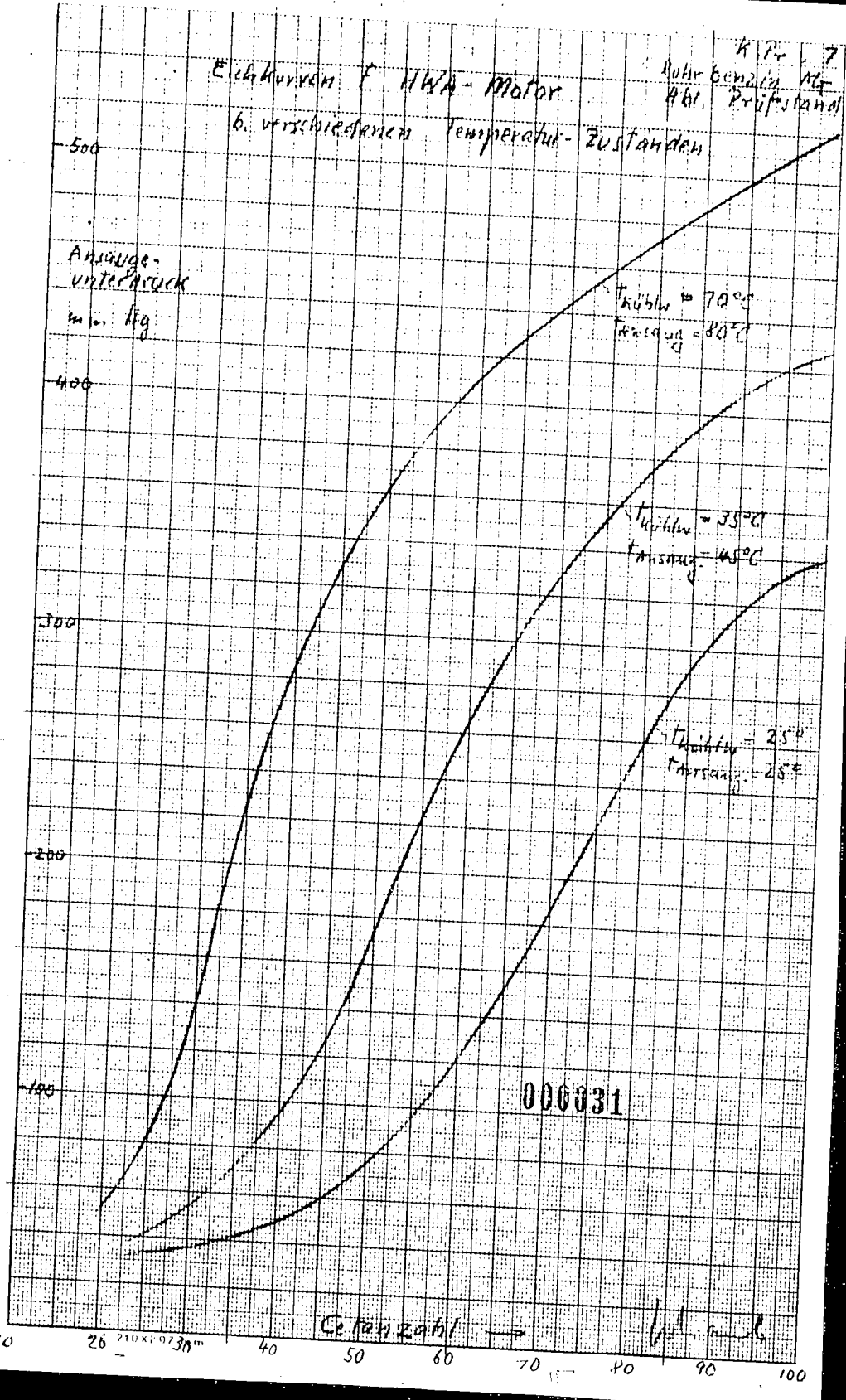
Versuchs NVA - Motor  
 Brennstoff Müller II  $\zeta = 54,5$   
 Kurbelbenzin 114  
 80er Prüfstand  
 C<sub>2</sub> Abhängigkeit Ansaugunterdruck von  
 Ansaugtemp. Kühlw. Temp. = 35°C = konst.  
 Versuchs Tag: 2. 11. 88.



Elektrische Kennlinien f. HWA-Motor

K.P. 7  
Abl. 1  
Prüfstand

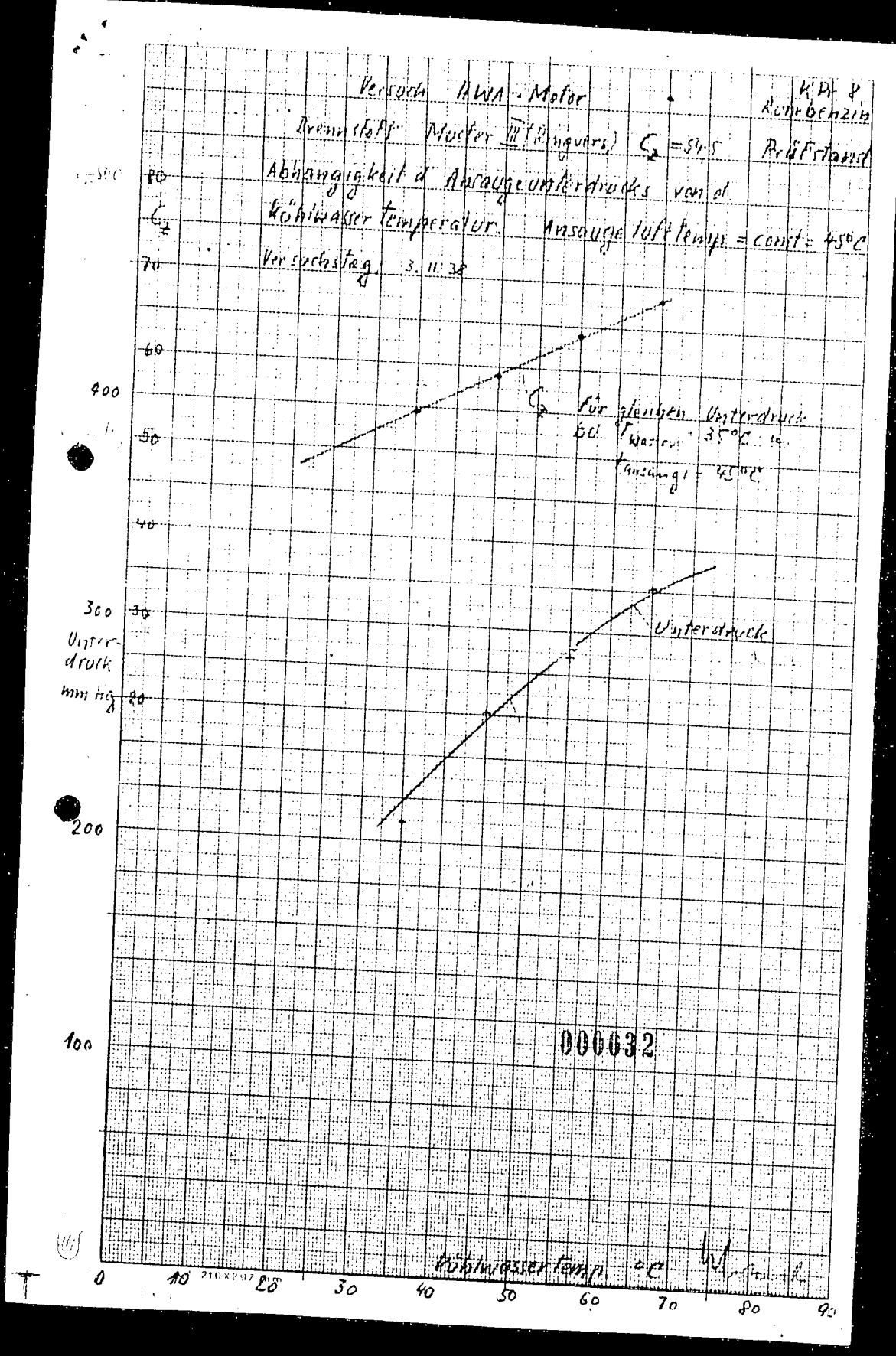
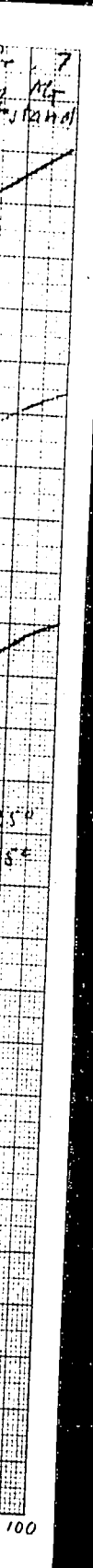
b. verschiedenen Temperatur-Zuständen



Ansaug-  
unterdruck  
in mm Hg

Drehzahl

1/1 m/s



Versuchsbericht

2

Über Versuche zur Klärung von Unstimmigkeiten  
bei der Oktanzahlbestimmung von NS-Benzinstoffen.

Beim Vergleich der Oktanzahlen für NS-Benzine wurde beobachtet, daß häufig die bei uns ermittelten Oktanzahlen um einige Punkte (durchschnittlich 2) höher lagen, als z. B. die vom Benzolverband gemessenen. Beim Vergleich von Oktanen anderer Herkunft war die Übereinstimmung im allgemeinen wesentlich besser (vergl. Notiz vom 2.9. u. 27.9. und Ergebnisse des Versuchs vom 11., 17. und 18.9. mit Spaltbenzin vom 16.9. - 24.9.).

Zur Klärung dieser Verhältnisse wurden in 60- oder ein und dieselbe Probe bei verschiedenen Verdichtungsverhältnissen, verschiedenen Klopfstifteinstellungen und Klopfmesseranschlägen geklopft und die Oktanzahl ermittelt. Derartige Versuche wurden mit 3 Benzinen durchgeführt:

- 1.) Spaltbenzin, stabil, PaZ-Nr. 250115.
- 2.) NS-NS-Benzin (Vorlage 3 vom 2.11.39, PaZ-Nr. 112).
- 3.) NS-Benzin aus Braunkohle, PaZ-Nr. 200471.

Die Werte sind in Zahlentafel 1 - 3 zusammengestellt und in den Kurvenblättern Nr. 9, 10 u. 11 aufgetragen. Die ersten 10 Werte des Spaltbensins stammen aus einer Versuchsreihe, wo zur Kontrolle der Klopfwerte täglich die gleiche Probe unter anderer Chiffre geklopft wurde.

Die Ergebnisse erklären ebenfalls die bisher aufgetretenen Unstimmigkeiten bei der Oktanzahlbestimmung des NS-Benzins. Die Oktanzahl <sup>des NS-Benzins</sup> ~~steigt~~ beträchtlich an, wenn das Verdichtungsverhältnis erhöht wird, und ist dabei unabhängig von Klopfstifteinstellung und Klopfmesseranschlag. Sie in die Kurvenblätter eingezeichnete dick ausgezogene Kurve, welche die Oktanzahlkurve schneidet, stellt das übliche Verdichtungsverhältnis ~~abhängig~~ von der zu bestimmenden Oktanzahl dar.



*Rührbenzin-Aktiengesellschaft  
Eberhausen, Kellen*

Die Kurve verläuft sich nach rechts, wenn der Leuchtstift-  
abstand vergrößert und nach links, wenn er verkleinert wird.  
Dabei entspricht die Gestalt der Kurve einer  
Änderung des Leuchtstiftabstandes von ca. 0,2 mm. An  
erkennt, daß eine Verschiebung des Betriebsergebnis um den  
angegebenen Betrag bei der mittleren Probe eine Änderung  
der Abzahl von etwa 3 Punkten, bei der 1. - Probe von  
etwa 1,5 Punkten und bei der Probe von etwa 0,5 Punkte  
verursacht.

In der Praxis dürfte es normalerweise ein Bild sein, wenn  
der Kontaktstand auf 2,5 mm genau einstellbar, da beide Kon-  
takte nach 1000 Umd. aneinander vorbeigehen. Es würde  
sich eine gewisse Verschiebung des Kontaktstandes abzeichnen  
bei nicht angegebener, und dieser 0,4 - 0,5 mm sind  
0,117 - 0,127 mm, betragen soll. Die Einstellung ist jedoch  
darauf zu erfolgen, daß eine möglichst große Empfindlichkeit  
bei jeder Abzahl der Messung erreicht wird. Die Empfind-  
lichkeit wird bei früheren Kontaktständen, d.h. bei höheren  
Werten des Leuchtstiftabstandes, größer.

Nach den Versuchen ist zu erwarten, daß die normalweise  
auftretenden Unterschiede der Kontaktstände bei der Ver-  
gleichsverfahrensweise bei den verschiedenen Prüfstellen aus-  
reichend sind, um die festgestellten Differenzen der Ab-  
zahlen zu erklären. In anderen Fällen werden Verschiebungen  
für die Einstellung des Leuchtstiftes erwartet, wenn die  
Vorrichtung nach Möglichkeit einzeln geprüft werden soll.  
Es sollen bei den verschiedenen Kontaktständen zu tun sein.  
Es soll dadurch erreicht werden, daß die bei den verschiedenen  
Prüfstellen reproduzierbar sind. Andererseits kann nicht erwartet  
werden, daß beim Vergleich mit anderen Stellen derselben er-  
gebnisse erzielt werden. Es bleibt zu erwarten, daß nach weiteren  
Versuchen es in der beschriebenen Richtung eine Vereinbarung  
mit anderen Stellen getroffen werden kann, entsprechend

000034

K O D A K

*Ruhlenzin-Stillungsgesellschaft*  
*Eberhausen-Köln*

— 3 —

unserer internen Vorschrift über das einzustellende Ver-  
dichtungsverhältnis.

Leichtlaufende Versuche werden mit 100.-Bario-meter  
durchgeführt.

Dr.: Dr. Prof. Martin,  
" Dr. G. G. G. G.,  
" Dr. G. G. G. G.,  
" Dr. G. G. G. G.,  
" Dr. G. G. G. G.,  
" Dr. G. G. G. G.,  
" Dr. G. G. G. G.

006035

Spaltbohrer, stabil, Pat.-Nr. 25015.

	Barometer- steilung	Verdichtungs- grad	Ulopfeuer- auschlag	Klassenzahl
1	0,373	6,15	43,5	69,8
2	0,301	6,12	49,5	70,2
3	0,395	6,03	47,5	69,8
4	0,361	6,22	46,5/51,5	70,4
5	0,396	6,03	41,5/46,5	69,8
6	0,340	6,35	46,5	72,3
7	0,395	6,03	44,5	69,8
8	0,446	5,75	43,5	68,2
9	0,446	5,75	43,5	68,2
10	0,438	5,80	46,5	68,2
11	0,514	5,45	41,5	68,2
12	0,793	4,47	39	-
13	0,798	4,47	43,5	72,2
14	0,673	4,85	4,8	69
15	0,550	5,30	8,0	69
16	0,472	5,63	23,5	68
17	0,436	5,80	53,5	67,8
18	0,387	6,06	75,5	69,4
19	0,502	5,50	9	67,6
20	0,425	5,85	25,5	68,2
21	0,403	5,97	19	68,5
22	0,396	6,03	46	69,8
23	0,383	6,10	35,5	69,8
24	0,353	6,25	59,5	70,4
25	0,346	6,30	70	70

000036

10-Periode aus Raunkohle.

(Anr. 2. 471)

	Barometer- steigung	Verdichtungsgrad	Luftschwer- meterschla-	Wasserdampf- druck
1	1,446	5,75	9	63
2	1,425	5,85	25	63
3	1,421	5,88	42,5	63,4
4	1,382	6,10	60	63,7
5	1,375	6,15	74	63,4
6	1,458	5,70	5,5	63
7	1,514	4,76	11,5	65,6
8	1,510	5,26	35,5	65,4
9	1,361	6,21	63	64,4

006037

Wärmezähler aus Radkohlö.

(Pat.-Nr. 21.471)

	Wärmezähler- abteilung	Verdichtungsgrad	Wärmezähler- auschlag	Wärmezähler- abteilung
1	1,446	5,75	9	63
2	1,425	5,85	25	63
3	1,421	5,88	42,5	63,4
4	1,382	6,10	60	63,7
5	1,375	6,15	74	63,4
6	1,453	5,70	5,5	63
7	1,504	4,76	11,5	65,6
8	1,510	5,26	35,5	65,4
9	1,361	6,21	63	64,4

000037

ab- und anzin.

(Vorlage 2 vom 2.11.36, Maß-Nr. 113)

	<u>Ikrometer-</u> <u>stellungen:</u>	<u>Verdichtungs-</u> <u>grad</u>	<u>Uopfen-</u> <u>ausachl.</u>	<u>Stanzahl</u>
1	5,458	5,7	7	61,4
2	5,413	5,9	36	62,4
3	5,415	5,93	57,5	63,4
4	5,363	6,13	84	63
5	5,46	5,7	76,5	63
6	5,517	5,23	59,5	61,7
7	5,747	4,63	11	63,4
8	5,552	5,27	42,5	61
9	5,34	6,35	4	65,4
10	5,413	5,97	13	63

00037A

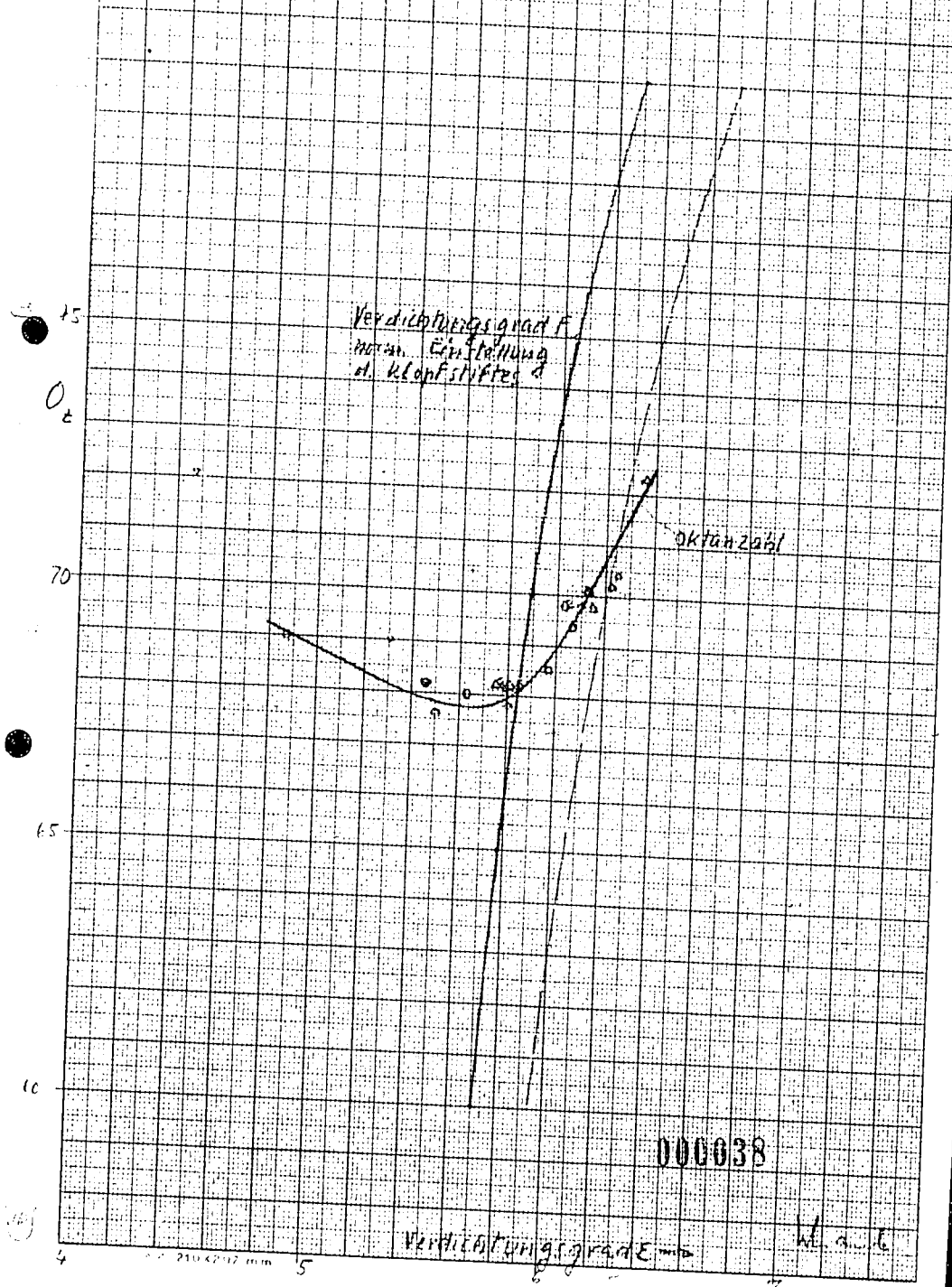
Abhängigkeit der im CFR-Motor

Nr. 9

ermittelten Oktanzahl vom Verdichtungsgrad

Ruhrbenzin  
Prüfstand

Brennstoff: RB-Spaltbenzin (Fass 25015)

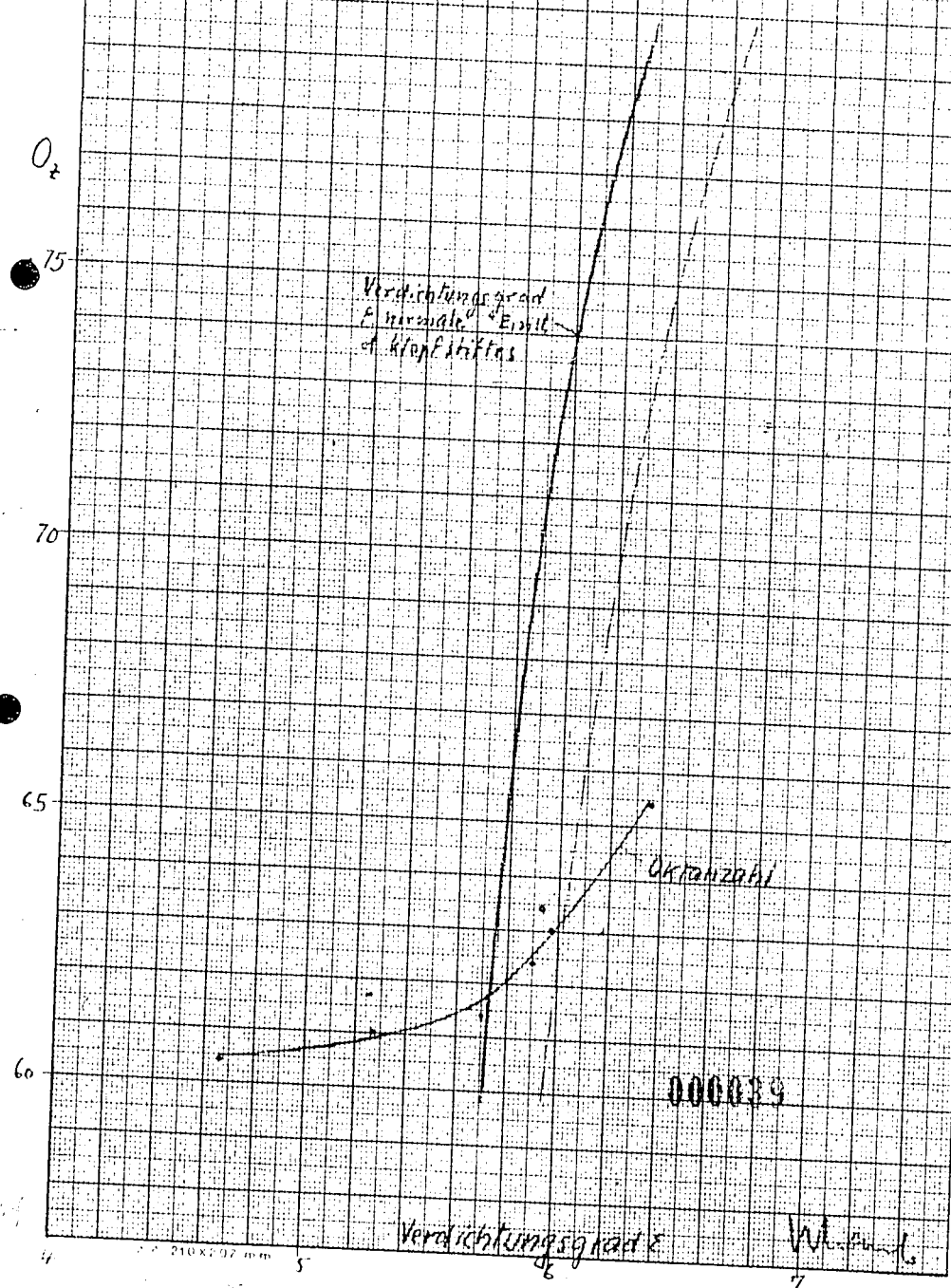


9  
nicht  
inland

Abhängigkeit der im CFR-Motor  
ermittelten Oktanzahl vom Ver-  
dichtungsgrad.

KPr 10  
Rohrbrenn  
Prüfland

Brennstoff: RB-AK-Benzol Vorlage 3 v. 2. 11.38 (Fass 112.)



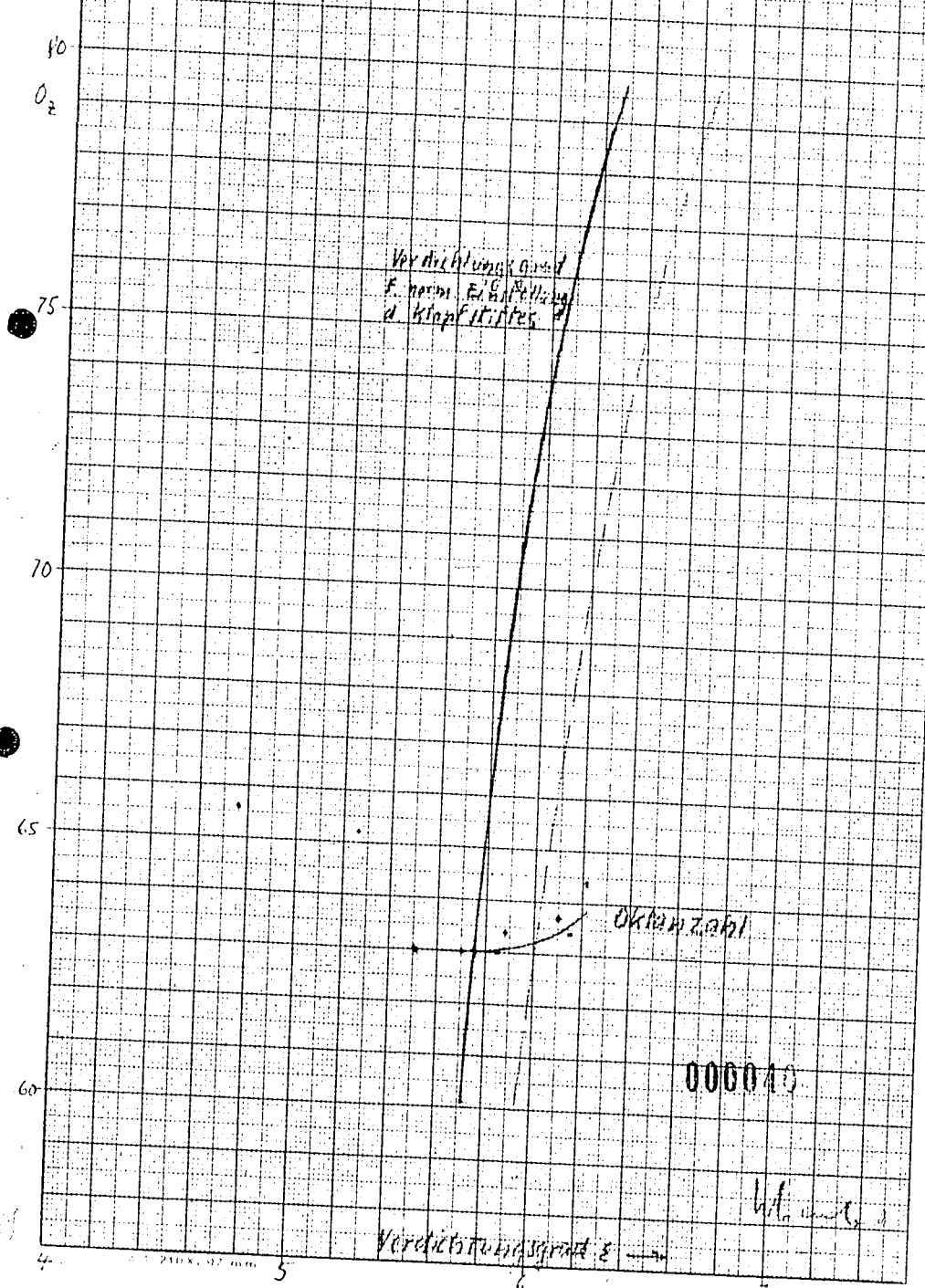
Verdichtungsgrad  $\epsilon$

W. 11.38



Abhängigkeit der im CFR-Motor  
erzielten Oktanzahl vom Verdichtungsgrad  
Brennstoff JG-Benzin (Fass 200471)

K Dr 11  
Rohrbenzin  
Prüfstand



*Rubicon-Aktiengesellschaft*  
Oberhausen-Kolten

Oberhausen-Kolten, den 6. Dez. 1938  
RB Abtlg. Prüfstd. Ekp/Stg.

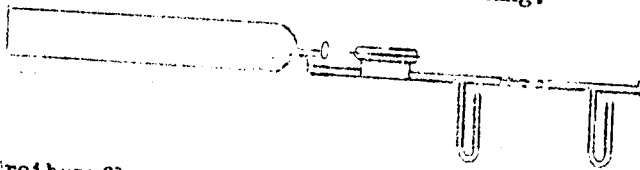
3

Nachtrag zum Bericht

Stand der Versuche mit  $C_3C_4$  vom 10.8.38.

In dem Bericht vom 10.8.38 wurde erörtert, daß man rechnungs-  
mäßig und übereinstimmend mit dem praktischen Fahrbetrieb  
(indem man die Düse wechselt) die Luftmenge bei Gasolen trotz  
verschiedener Dichten zur Erzielung der gleichen Leistung  
konstant lassen kann. Um das Auswechseln der Düsen zu ver-  
meiden, soll untersucht werden, auf welche Weise man die  
Düsen steuern kann, um dem Motor stets die gleiche Energiemenge  
zuzuführen. Bei den damaligen Messungen wurden für  
Gasole von extrem liegender Dichte beim Durchströmen durch  
Kapillare und Düsen einzeln für verschiedene Drücke die Men-  
gen erfaßt. Dabei wurde klar herausgestellt, daß durch strö-  
mungstechnische Maßnahmen, indem man statt der Düse eine  
Kapillare verwendet, keine Änderung eintritt.

Im folgenden wurde durch Versuche das Druckgefälle zwischen  
Kapillare und Düse untersucht, wiederum bei Propan und Butan,  
und zwar in folgender Versuchsanordnung:



Treibgasflasche Regler (von 0 bis 250 mm WS regelnd) U-Rohr  
Kapillare U-Rohr Düse ins Freie. Es wurde erwartet, daß sich  
der Druck am 2. U-Rohr bei verschiedenen Gasen verschieden  
hoch einstellt, weil die Strömung durch Kapillare u. Düse  
nach verschiedenen Gesetzen verläuft (laminar und turbulent),  
sodaß der Druck am 2. U-Rohr eine Funktion des Verhältnisses  
Zähigkeit zur Dichte wird.

000041

Um zu einigen brauchbaren Ergebnissen zu kommen, wurden Kapillaren und Mäsen von verschiedener Größenordnung probiert. Durch Wechsel in der Schaltung, bei der verschiedene Kombinationen von mehreren Kapillaren parallel u. hintereinander geschaltet wurden, konnte der durch Tabelle I und Kurvenblatt I gezeigte Unterschied in mehreren Versuchen wiederholt werden. Es ergibt sich hieraus, daß mit stärker werdendem Vordruck vor der Kapillare der Druck hinter der Kapillare bei Butan kleiner wird als bei Propan. Die Differenz beträgt zwischen Propan u. Butan bei 200 mm WS etwa 6 mm WS. Eine Differenz wird für weniger unterschiedliche Dichten, die im Treibgashandel vorkommen, bei diesen Drücken kaum meßbar sein. Es steht allerdings der Druck der Flasche zur Verfügung, um den Vordruck bis dorthinauf noch zu verwerten. Zur Erforschung dieser Möglichkeit gehören Druckarmaturen, die augenblicklich dem Prüfstand nicht zur Verfügung stehen. Diese Untersuchung dürfte auch wohl über den Rahmen der gestellten Aufgabe hinausgehen. Als Gegensatz zu dieser Untersuchung wurde zur Ergänzung das Druckgefälle für 2 Mäsen hintereinander bei Propan und Butan untersucht. Die erwartete lineare Abhängigkeit verläuft auch für beide Gase im gleichen Winkel (Tabelle II, Kurve II).

*Jensmy*

000042

*Ruhrbenzin Aktiengesellschaft*  
*Eberhausen-Höfen*

Tabelle I  
zu Kurvenblatt I

Kapillare 0,3 x 300 Düse 0,45 Temperatur 19°C

Propan		Ethan	
Druck mm WS		Druck mm WS	
vor Kapillare	vor Düse	vor Kapillare	vor Düse
19	2	19	2
41	6		
65	12	39	5
89	18		
109	23	62	12
129	30	79	15
158	39	98	21
179	43	124	30
191	49	150	38
213	57	181	51
232	65	208	62
		229	70

000043

*Ruhrbenzin Aktiengesellschaft*  
*Essen*

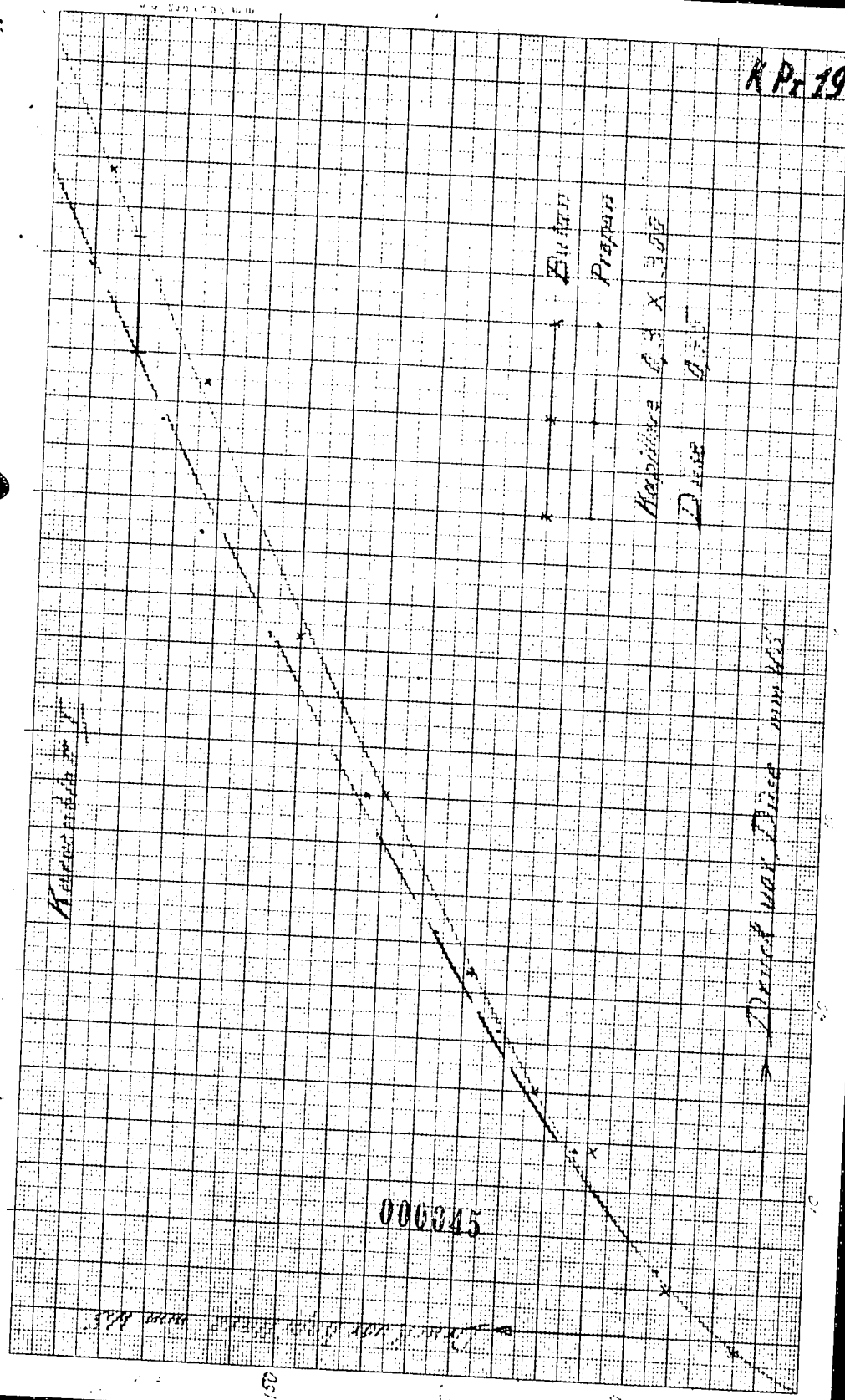
Tabelle II  
zu Kurvenblatt II

I. Düse 0,45 mm  $\varnothing$     II. Düse 0,5 mm  $\varnothing$     Temperatur 19°C

Propan		Butan	
Druck mm WS		Druck mm WS	
vor Düse I	vor Düse II	vor Düse I	vor Düse II
11	5	13	6
33	14	25	10
45	19	41	17
67	29	61	25
85	37	83	34
110	47	105	43
137	57	129	53
161	68	149	61
189	78	172	70
215	88	195	80
235	96	213	87
261	105	239	98
		258	104

000044

K Pr 19



Butan  
 Propan  
 Masse 0.3 x 3.0g  
 Dose 0.15

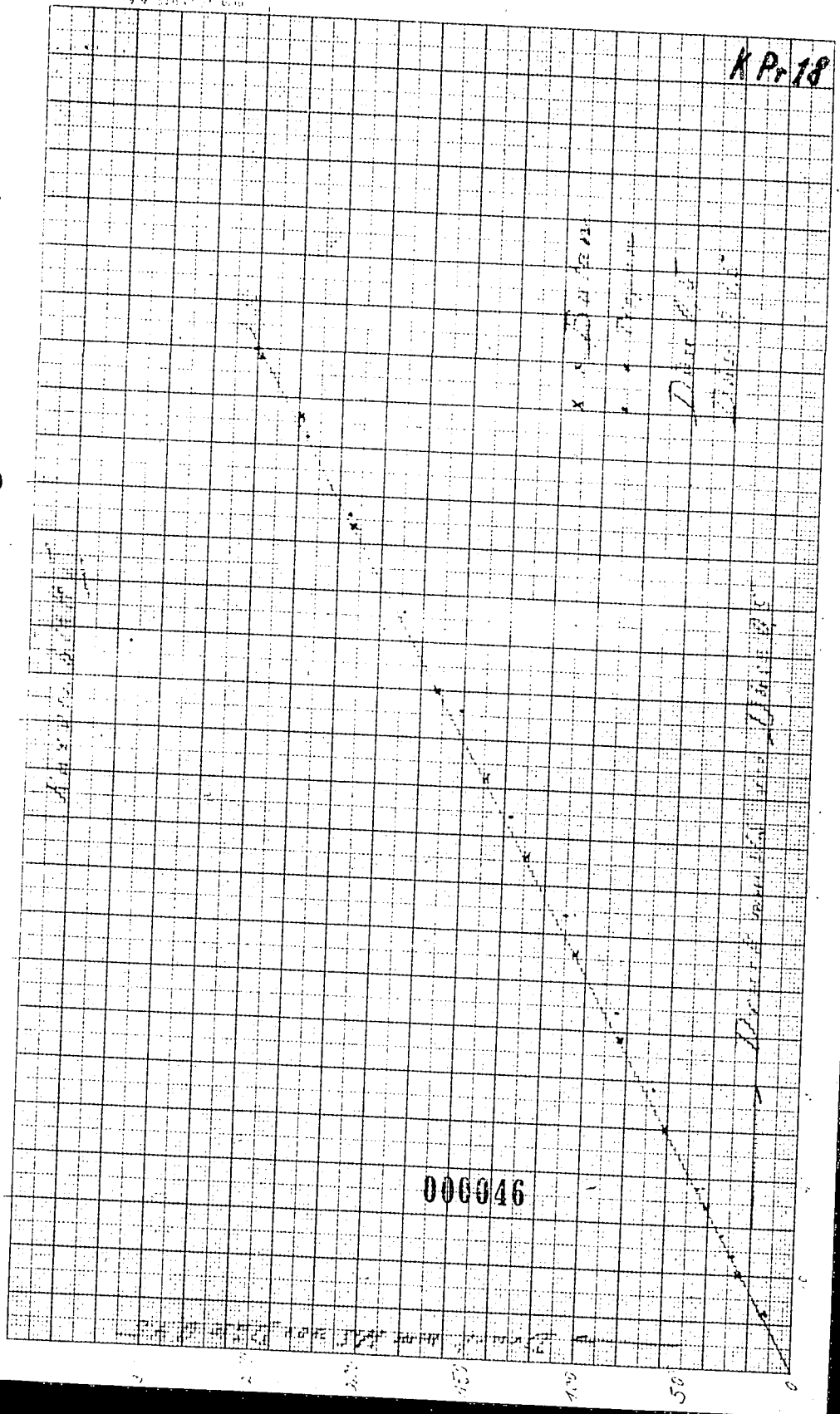
Auswertung

Drehmoment in Nm

000345

Drehzahl in U/min

KPr18



18

*Reihbenzin-Motoren-Gesellschaft*  
*Oberhausen-Köln*

Oberhausen-Köln, den 11. Febr. 1939  
Abt. Abtlg. Prof. Dr. Schaub/Stg

Herrn Hr. Dr. Lagemann

4

**Zwischenbericht**  
über die bisherigen Versuche an Kompressor des  
Forschungsinstituts für Kraftfahrwesen und  
Fahrzeugmotoren Stuttgart.

Daten der Maschine:

Nennleistung: 100 kW  
Hub: 130 mm  
Hub-Volumen: 1,021 liter

Zylinderkopf I ist mit Ausparungen für Betrieb nach folgenden Arbeitsverfahren eingerichtet:

- A) direkte Einspritzung
- B) Lufteinspritzung - Luftspeicher
- C) Wassereinspritzung - Luftspeicher
- D) Linsler-Benz - Vorkammer
- E) Bündel - Betrieb

Das Verdichtungsverhältnis kann verstellbar werden, bei Anordnung:

- A) vor 1 : 60 - 1 : 8
- B) " 1 : 24 - 1 : 6
- C) " 1 : 27 - 1 : 6,2
- D) " 1 : 29 - 1 : 6,4

Bei später gelieferten Kopf II wird mit direkter Einspritzung gearbeitet bei zentraler Ventilein- und -auslassung und je zwei Ein- und Auslassventilen. Hierbei war die Verdichtung verstellbar zwischen 1 : 27 u. 1 : 6,2.

Zunächst wurde die <sup>Leistung</sup> bei Betrieb durch den Gleichstromgenerator, also ohne Einspritzung, für verschiedene Verdichtungsverhältnisse aufgezogen (vergl. Kurvenblatt Nr 36).



Die Werte entsprechen den Verhältnissen üblicher Fahrzeug-Dieselmotoren.

Versuche mit Kopf 1, Anordnung A), (direkte Einspritzung) wurden dann durchgeführt, um über die Verbrauchs- und Leistungswerte ein Bild zu bekommen. Die Ergebnisse waren gegenüber den Werten handelsüblicher Maschinen ungünstig. Der erzielte Postwert des Verbrauchs betrug 250 g, der höchste mittlere Druck 5,2 kg/cm<sup>2</sup>. Eine Änderung des Verdichtungsverhältnisses hatte auf die Verbrauchs- und Leistungswerte keinen großen Einfluss (siehe Kurvenblatt Nr. 37). Bei Einstellung auf beste Leistung war der Gang der Maschine durchweg hart, besonders bei niedrigen Drehzahlen und niedriger Belastung. Das niedrigste Verdichtungsverhältnis, bei welchem noch Betrieb mit MCR-Dieselsöl der Cetanzahl 33 und Vollast möglich war, betrug 1 : 8. Bei Teillast erfolgten hierbei Aussetzer. Im Leerbetrieb kam es stets zu Störungen an den Einspritzdüsen, da bei den eingebauten 5 - Wechsellagen M. 50 SV 1664 nach einer gewissen Betriebszeit ein Teil der Einspritzdüsen verstopft war. Kurze Versuche mit Standard-Dieselsöl der Cetanzahl 44 ergaben, daß die untere Betriebsgrenze hier bei einem Verdichtungsverhältnis von 1 : 11 lag.

Die LAR-Luftspeicher-Verfahren waren die Verbrauchs- und Leistungswerte ungünstiger als bei der direkten Einspritzung. Die Postwerte für den Verbrauch wurden etwa 30 g/ltr u. Std. gemessen, bei einem höchsten mittleren Druck von 4,5 kg/cm<sup>2</sup>. Dabei war der Gang der Maschine fast durchweg hart und der Auspuff grau bis schwarz. Die Ergebnisse nach dem LAR-Luftspeicher waren etwas günstiger. Es wurde ein höchster mittlerer Druck von 5,4 kg/cm<sup>2</sup> erzielt bei einem besten Verbrauch von 245 g. Dabei mußte die Verdichtung allerdings auf über 1 : 20 erhöht werden. Bei Verdichtungen von 1 : 8 lagen die Verbrauchswerte bei 300 g, die Leistungswerte entsprechend niedriger.

Einige kurze Versuche mit der Rainier-Fenz - Vorkammer-Verfahren ergaben ebenfalls keine besseren Werte als die eben geschilderten.

006048

mit den Anordnungen für die verschiedenen Vertrennungsverfahren zu verten zu kommen, wie die in den handelsüblichen Maschinen erreicht werden, ist noch eine sehr große Entwicklungsarbeit an dem vorhandenen Prüfator notwendig, die sich jedoch für unsere Zwecke kaum lohnen dürfte.

In der Zwischenzeit war vom Forschungsinstitut für Kraftfahrzeuge ein zweiter Zylinderkopf mit direkter Einspritzung mit zentraler Nüse und vier Ventilen geliefert worden. Die Erprobung mit diesem Kopf waren wesentlich günstiger als die früheren. Es konnten hier mittlere effektive Drücke von  $7,0 \text{ kg/cm}^2$  erzielt werden, wenn die Füllung groß genug gemacht wurde. Die besten Ergebnisse wurden erzielt bei einem Verdichtungsverhältnis von 1 : 20, wo die Verbrauchsbesterwerte etwa bei 210 g lagen. Mit kleiner werdender Verdichtung wurden die Verbrauchsleistungen höher. Der Gang war immer noch relativ hart. Das niedrigste Verdichtungsverhältnis, das bei dem Betrieb möglich war, betrug 1 : 8,3.

Eine weitere Verbesserung der Verbrauchs- und Leistungsdaten wurde erzielt, indem anstelle der gelieferten Einlassventile Ventile mit Seitenschirmen für die Ansaugluft eingebaut wurden. Diese wurden in Prüfstand hergestellt aus Ventilen vom GPR-Klopfsotor und sind jetzt noch in Betrieb. Die bisherigen Versuche wurden mit HCH-Dieselmotor der Drehzahl 88 gefahren. Die bis jetzt vorliegenden Ergebnisse sind sehr interessant. Es zeigt sich, daß durch die Luftwirbelung, die mit Hilfe der Schirmventile erzielt wird, offenbar eine bessere Verteilung des Brennstoffs auf die Aufladung und eine schnellere Aufbereitung des Brennstoffs erfolgt. Der Gang der Maschine war merklich weicher als bei allen andern früheren Versuchsanordnungen, was auf kürzeren Zündverzögerung schließen läßt. Um die besten Verbrauchswerte zu erzielen, kann der Einspritzbeginn ca.  $7 - 8^\circ$  später gestellt werden, als bei der Verwendung der normalen Einlassventile. Bei einer Verdichtung von 1 : 6,6 und einer Drehzahl von 800 U/min war noch Betrieb möglich, bis zu einer Teillast von etwa  $3,00 \text{ kg/cm}^2$  mittlerem

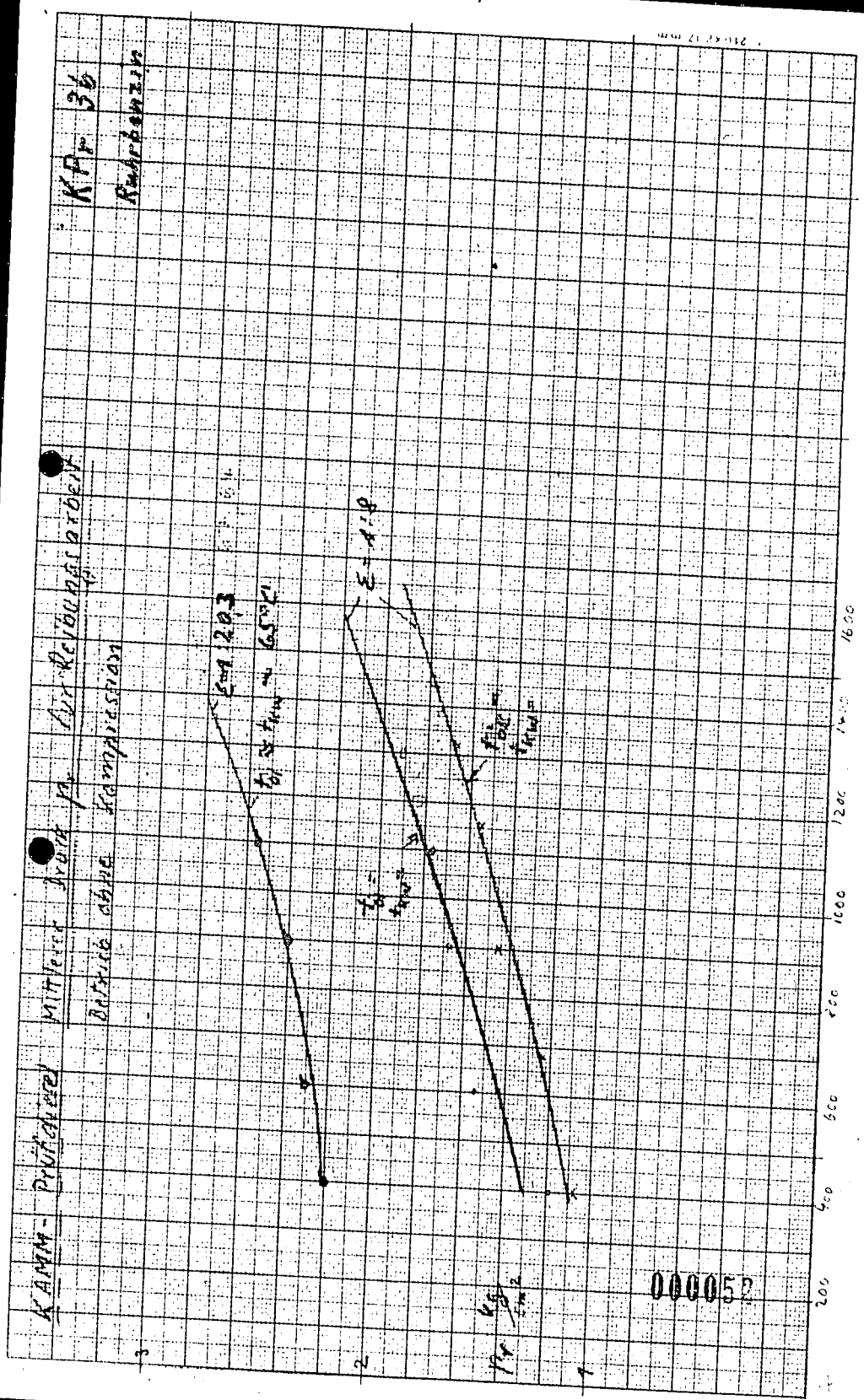
effektiven Druck. Bei niedrigerer Belastung erfolgten Aussetzer. Aus den Kurvenblättern 38, 39, 40 u. 41 ist zu entnehmen, daß bei hoher Belastung im Bereich der hohen Drehzahlen Leistung und Verbrauch unso günstig sind, je niedriger das Verdichtungsverhältnis ist. Oberhalb einer Drehzahl von 1900 Umdrehungen werden die günstigsten Ziffern bei einem Verdichtungsverhältnis von 1 : 8 erreicht, und werden mit steigender Verdichtung und steigender Drehzahl ungünstiger. Bei den niedrigen Drehzahlen liegen die Verhältnisse etwa umgekehrt. Je höher die Verdichtung ist, desto günstiger sind die Leistungs- und Verbrauchswerte. Jedoch sind die Unterschiede von Verbrauch und Leistung durch das geänderte Verdichtungsverhältnis hier wesentlich geringer als bei den höheren Drehzahlen. Die auf Kurvenblatt 40 u. 41 wiedergegebenen Teillast-Verbräuche für die Drehzahl 850 U/min zeigen, daß im Bereich von 1,3 - 1 : 20 die Teillastverbräuche als praktisch gleich bezeichnet werden können. Die beste Ausnutzung des Brennstoffs und der Aufladung bei Vollast wird bei niedrigem Verdichtungsverhältnis erreicht. Interessant ist noch, daß, um den Festwert zu erhalten, der Förderbeginn der Einspritzpumpe mit steigender Füllung früher gestellt werden muß, und daß die Veränderung des Verdichtungsverhältnisses von 1 : ~~6,6~~ <sup>8,3</sup> bis 1 : 20 keine merkliche Änderung des Förderbeginns bedingen. Bei einer Verdichtung von 1 : 6,6 muß verständlicherweise der Einspritzbeginn etwas früher gelegt werden. Im übrigen zeigt sich, daß bei dieser Verdichtung insbesondere die Teillastverbräuche ungünstiger sind als bei 1 : 8,3. Mit geringerer werdender Belastung wird der Anteil des Brennstoffs, der nicht mehr zur Verbrennung gelangt, immer größer, was auch an dem blaulich-weiß gefärbten Auspuff zu erkennen ist. Nach den bisherigen Beobachtungen kann es als ermutigend für die geplanten Versuche betrachtet werden, daß mit NCH-Dieselmotoren mit steigender Drehzahl die Festwerte von Verbrauch und Leistung bei niedrigem Verdichtungsverhältnis erzielt werden. Vergleichsversuche mit Brennstoff der Cetanzahl 45

000050

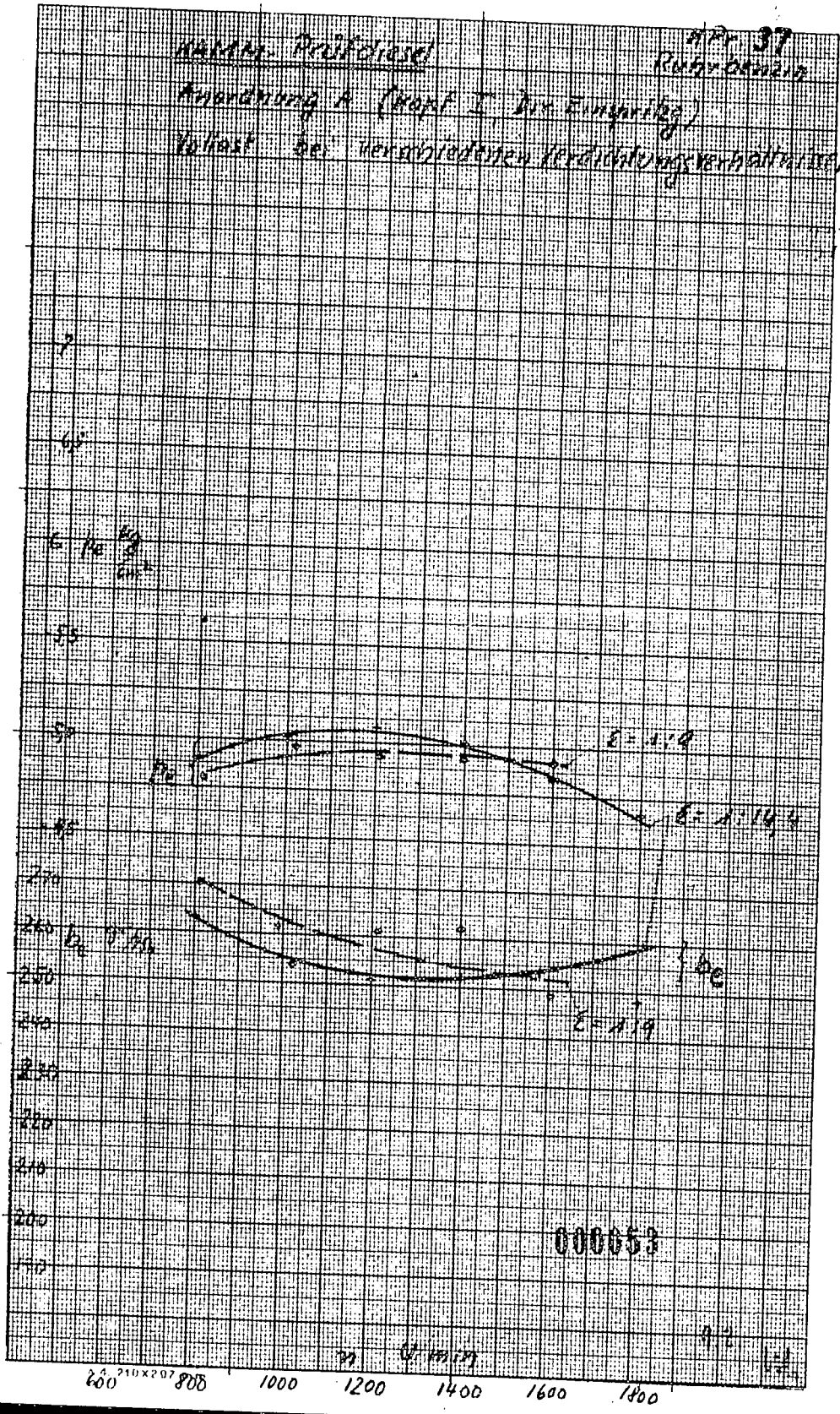
sind in Vorbereitung. Es muß außerdem noch geklärt werden, ob dies Verhalten durch das Verbrennungsvorgehen und Ausbildung des Verbrennungsverlaufes bedingt sein kann. Leider war es aus mechanischen Gründen nicht möglich, die Drehzahl über 1650 Umdrehungen zu steigern.

*Hand*

Herrn: Ho. Prof. Martin,  
" Herr. Seibel,  
" " Alberts.

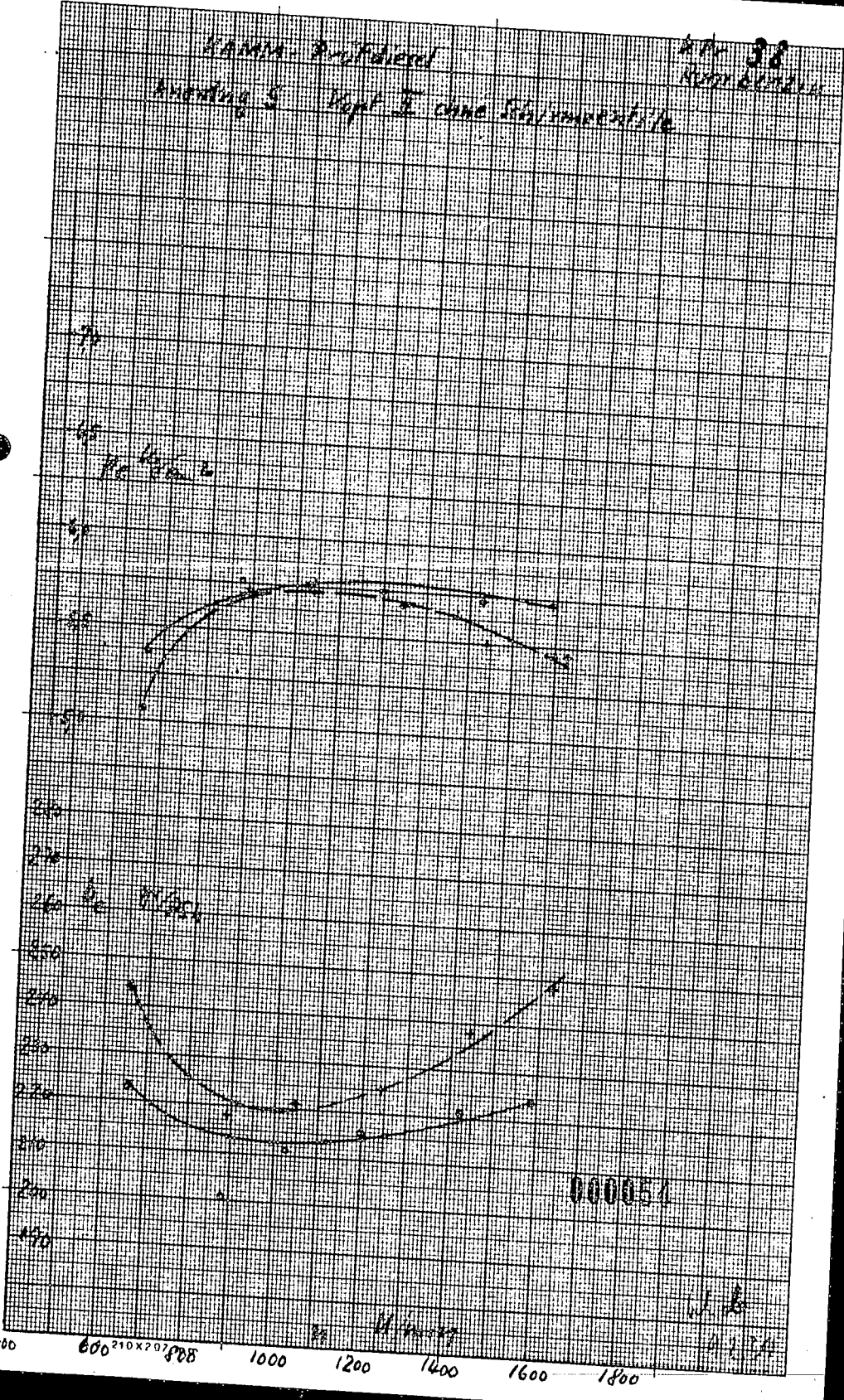


Name: Reißer Nr. 37  
 Rührort: ...  
 Anordnung: A (Kopf I der Einringg.)  
 Belastung: bei verschiedenen Verdichtungsverhältnissen



200 210x207 808 1000 1200 1400 1600 1800

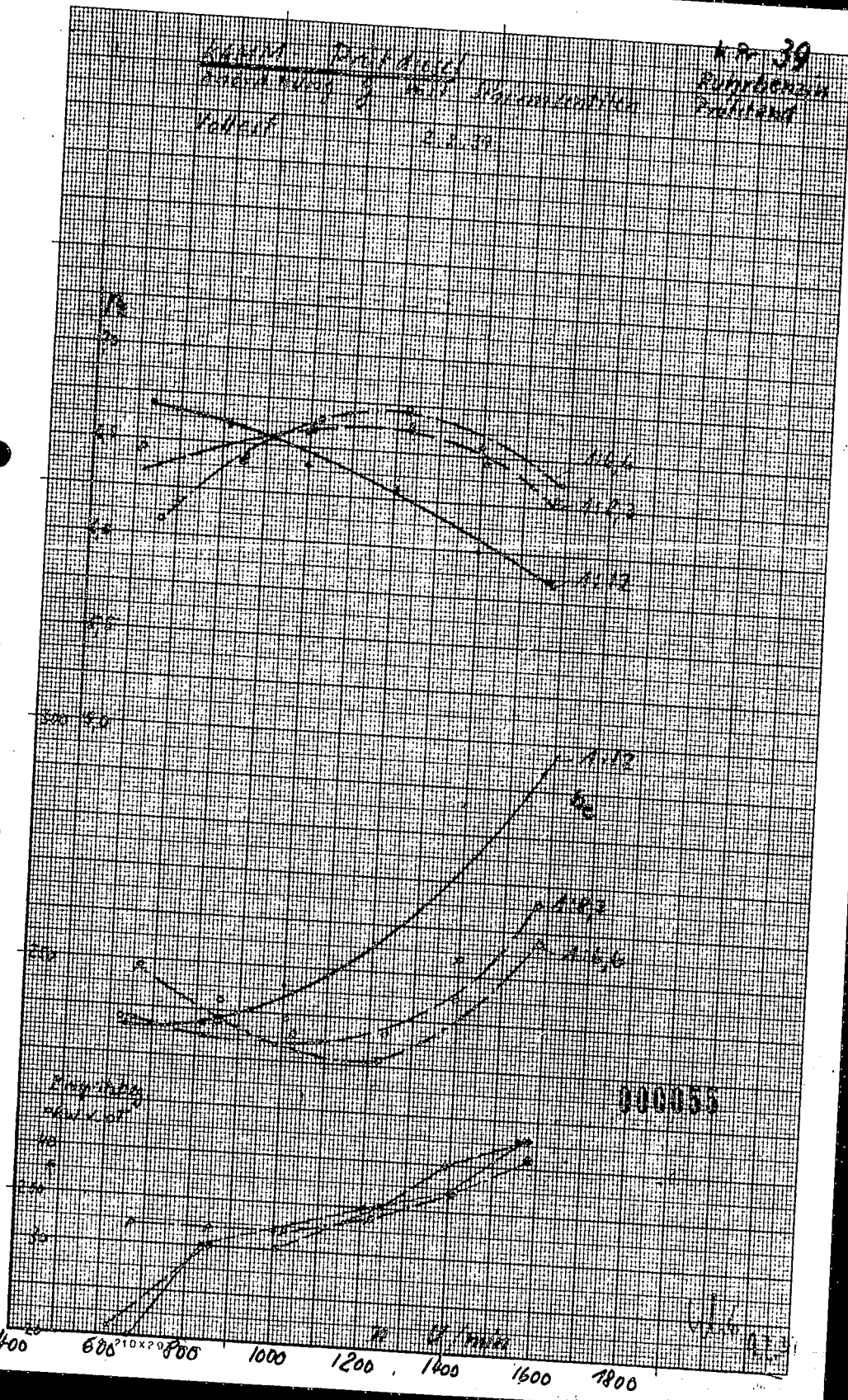
Kamin-Prüfbericht Nr. 38  
Anordnung 5 Kopt. I ohne Schwimmschicht  
Kamin



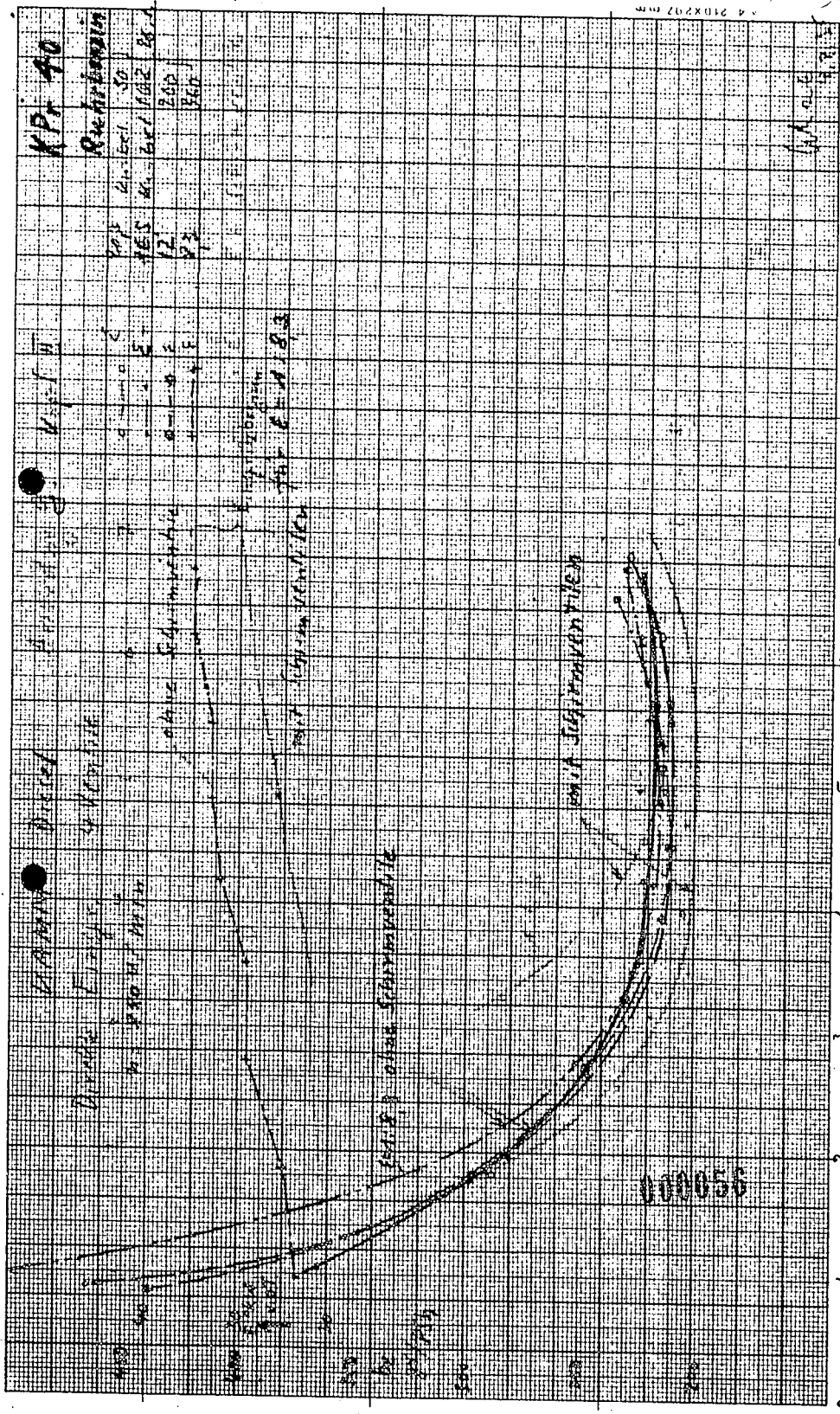
400 600 800 1000 1200 1400 1600 1800

Klein Produkt  
Ausgangspunkt J. mit Konzentration  
Fallzeit 2.2.30

Kr. 39  
Eurebenen  
Fallzeit







KPT 40

Rachförmig  
 KPT  
 1.5  
 2  
 3

KPT 40

KPT  
 1.5  
 2  
 3

DINAMISCH

STATISCH  
 MIT VERFORMUNG  
 MIT VERFORMUNG UND VERFORMUNG  
 MIT VERFORMUNG UND VERFORMUNG UND VERFORMUNG

000056

1/2

1/2

0

4 210X27 mm

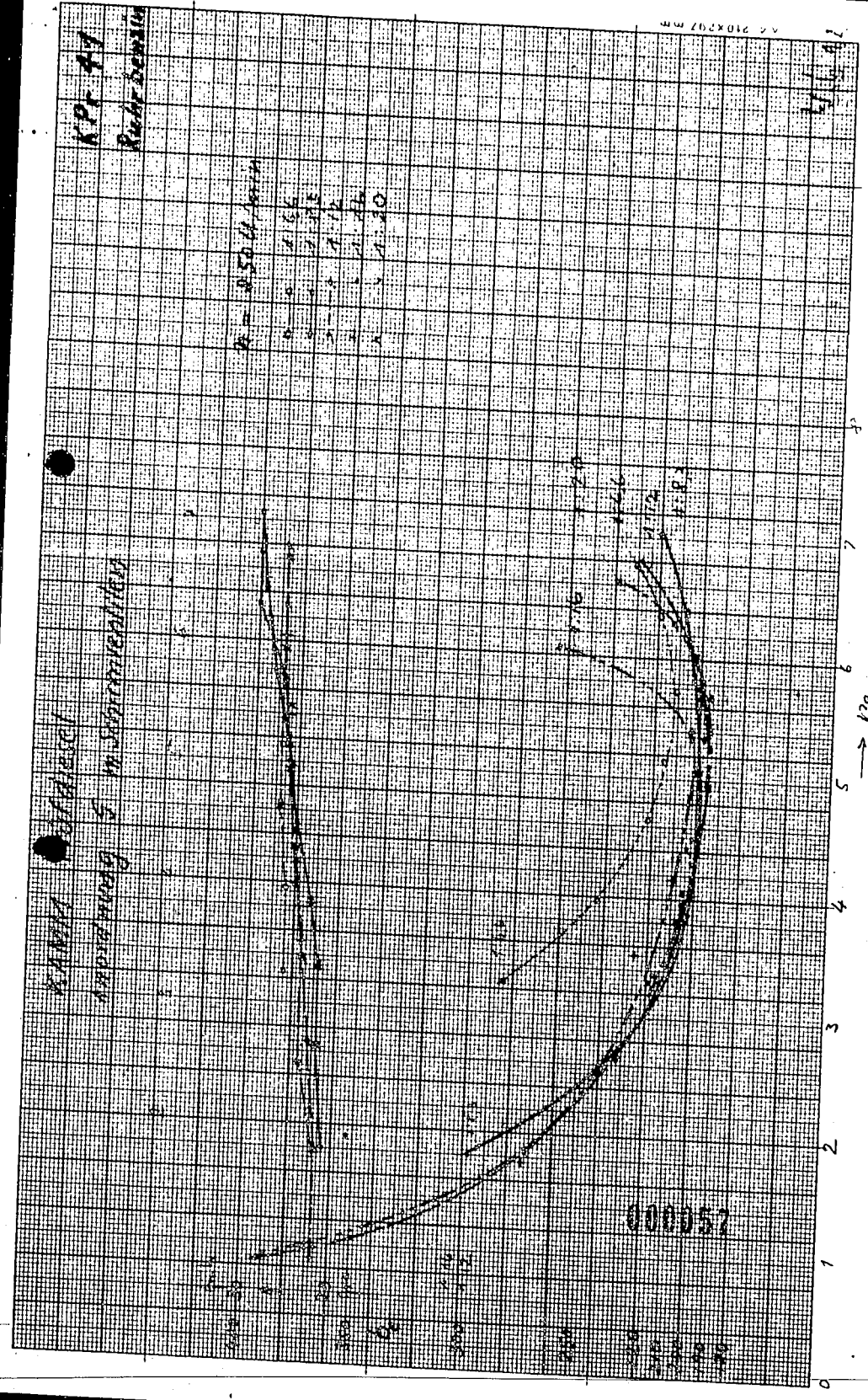
MA 100

KPF 41

Ruhr-Stein

$\rho = 0.500 \text{ g/cm}^3$   
 $\lambda = 1.66$   
 $\mu = 2.075$   
 $\nu = 1.172$   
 $\alpha = 2.46$   
 $\beta = 1.30$

KAPPA  
 Temperatur 5 in Steinhallen



000052

WIL 41

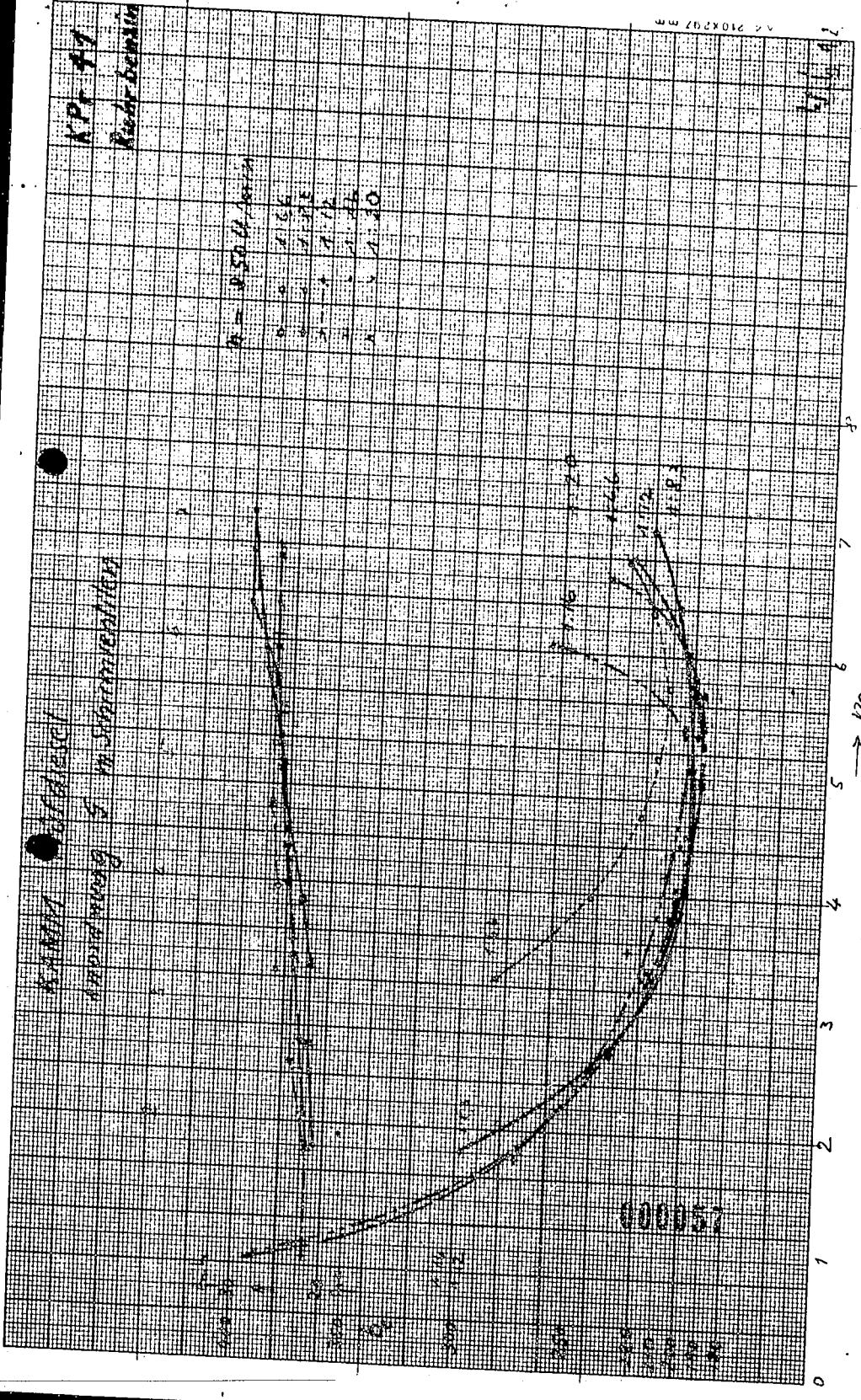


KPI 47  
Redr-ben316

42 210x207 mm

R = 0.50 U<sub>1</sub> / U<sub>2</sub>  
U<sub>1</sub> = 1.16  
U<sub>2</sub> = 2.32  
U<sub>3</sub> = 3.48  
U<sub>4</sub> = 4.64  
U<sub>5</sub> = 5.80

KAPITEL 4  
Berechnung 5. harmonischer



000052

KATM Profidiesel

nr. 42  
Republik  
Pratiland

Anordnung 8 m. Stimmventilen

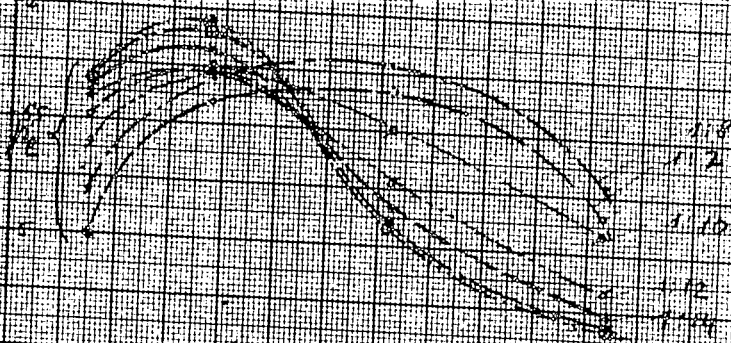
Regelstg. 1. 90/16-Verh.

mittlerer Effekt  $\eta_{eff}$  u. spez. Brennstoffverbrauch

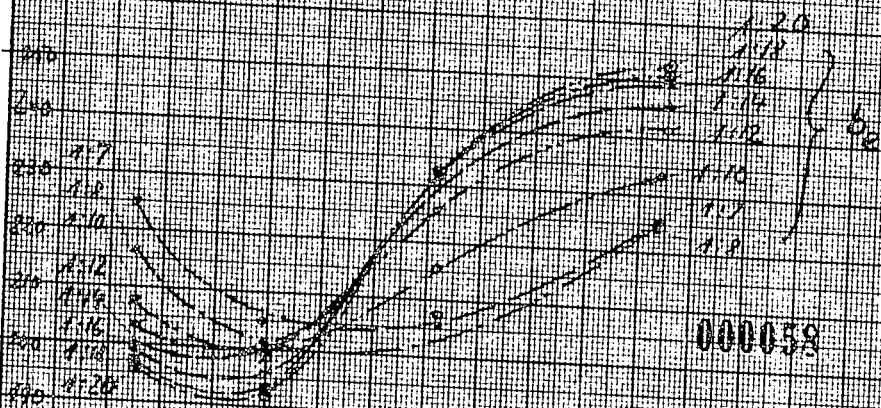
bei verschiedenen Verdichtungsverhältnissen

Brennstoff KCH Dieselöl  $C_{12}H_{24}$

$\eta_{eff}$  50%



$\eta_{eff}$  40%



000058



800 1000 1200 1400 1600 1800

Oberhausen-Kolten, den 5. Mai 1939  
Abt. Ernst. Schl./RR.

5

Herrn. Dir. Dr. H. C. ...

Ergebnis Nr.  
...  
...

Zwischenbericht Nr. 2.

Betr.: Schmierölversuche an Opel 1,3 ltr.-Motor.

Auf dem Prüfstand vor hB wurden bis jetzt 15 Dauerläufe mit folgenden Ölen durchgeführt:

HL.-Öl.

- K 1533 Rückstandsöl der Hauptlabor-Synthese ohne Nachbehandlung.
- K 1534 Ausgangsöl wie 1531 mit Gramosil nachbehandelt.
- K 1544 Rückstandsöl der Hauptlabor-Synthese, Nachbehandlung mit  $AlCl_3$  in der halbtechnischen Anlage.
- K 1573 Gemisch von 80 Teilen Rückstandsöl und 20 Teilen Destillat der Hauptlabor-Synthese,  $AlCl_3$ -Nachbehandlung (schwächer als 1544).
- K 1591 Betriebsöl der Grossanlage aus Kaltpressöl gewonnen, mit 1,5%  $AlCl_3$  bei  $170^\circ C$  nachbehandelt.
- K 1593 Ausgangsmaterial praktisch das gleiche wie 1591,  $AlCl_3$ -Behandlung etwas schwächer.  
Gargoyle Ar  
Gargoyle Arctic } handelsüblich, von Tankstelle
- K 1603 Esssolub Motor-Vollschutzöl 40 " "
- K 1571 Versuchsöl Nr. 1 W 1003, (Hersteller Deutsche-Vacuum-Öl A.G. (EVA 1648)).
- K 1605 Unbehandeltes, technisches Öl der Grossanlage.  
Die Versuchsbedingungen, die im ersten Zwischenbericht mitgeteilt wurden, sind für sämtliche Versuche beibehalten worden:

Drehzahl 2200 U/min. (ca. 70% höchstdrehzahl)  
Mittlerer effekt.Druck 5,6 kg/cm<sup>2</sup> (ca. 95% höchstlast)  
Temperaturen  
Kühlwasser (Motorausstritt)  $90^\circ C$   
Schmieröl (Sumpf)  $100^\circ$   
Eingefüllte Frischölmenge 4,7 kg. (normal ca. 3,2 kg) -2-

000059

Die Laufe wurden ohne Unterbrechung über 72 Stunden durchgeführt. Wenn jedoch der Schmierölverbrauch etwa 50 g/Std. überschritt, konnte diese Versuchsdauer nicht erreicht werden.

Die Beurteilung der Ole erfolgte nach folgenden Gesichtspunkten:

1. Verschleiss,
2. Alterung ( Viskositätsanstieg),
3. Kolbenringstecken,
4. Verbrauch.

Die erzielten Ergebnisse gelten strenggenommen nur für die Bedingungen, unter denen sie gewonnen wurden. Mit einer gewissen Berechtigung dürften sie jedoch auch als Massstab für das Verhalten im hoch-beanspruchter Kraftwagenmotor betrachtet werden.

#### Verschleiss:

Der Verschleiss kann festgestellt werden aus:

- a) Abnahme des Kolbenringgewichtes,
- b) Zunahme der Zylinderbohrmasse,
- c) Zunahme des Aschegehaltes des Schmieröls.

Diese drei Masszahlen stimmen im Allgemeinen bei Berücksichtigung der jeweiligen Messgenauigkeit gut überein. Um die Streuungen der Einzelmessungen auszugleichen, wurde eine Kennzahl für den Verschleiss gebildet, als Summe aus:

1. Mittelwert der Kolbenringgewichtsabnahme (0,01 g/100Std.)
2. Mittelwert der Zunahme der Zylinderbohrungen (0,001 mm/100)
3. Aschegehalt des Schmieröls nach 30 Stunden Laufzeit (0,01 %)

Eine Anzahl von Kontrollversuchen (Vers.-Nr. 5, 7, 010) zeigen, dass sich die genannte Kennzahl mit weitgehender Genauigkeit reproduzieren lässt. Dabei ist zu beachten, dass auch auf den Verschleiss der Zustand der Maschine von weitgehendem Einfluss ist. Bei den Versuchen wurden die Ole in Bezug auf den Verschleiss etwa in folgender Reihenfolge bewertet:

1591, 1573, Gargoyle AF, 1531, 1544, Essolub, 1593, <sup>1605</sup>Gargoyle Arctic, 1534, 1571 (HVA 1648).

Dabei sind die ersten vier Ole als sehr günstig zu bezeichnen und die letzten beiden als sehr ungünstig. Der Verschleiss

*Ruhrbenzin-Produktionsgesellschaft*  
*Überhausen, Steien*

Das Glas 1171 (ZNA 1043) stellt sich sowohl bei der Prüfung als auch beim Hauptlauf als wassersensibel fest heraus. Es tritt nicht nur die bei der Prüfung der Ölprobe beobachtete dicke Schichtbildung beim Warten auf, sondern auch beim Hauptlauf (Notiz vom 28.4. d.J.) und dabei fest gestellt, dass es sich um ein sehr schlechtes Öl handelt - ein sehr technisches Produkt ist.

Es zeigt sich kein Zusammenhang zwischen irgendwelchen Analysendaten oder den erzielten und den motorischen Verschleissverhalten der die Versuche lieferten. Von einer gewissen Bedeutung scheint jedoch der Alkyltest, der vielleicht auf Messungen bei verschiedenen hohen Temperaturen ausgedehnt werden müsste, zu sein.

Alterung (Viskositätszunahme)

Als Masstab für die Viskositätszunahme, die von BV als sehr wichtiges Kriterium betrachtet wird, wurde bei den Versuchen des Alterungsversuchs auf 50 Std. bei 100°C eine Erhöhung von 7% festgelegt. Es kann nicht festgestellt werden, dass synthetische Schmieröle unter den beschriebenen Versuchsbedingungen sich durchschnittlich schlechter verhalten, als mineralische Schmieröle (Burcoyle-12, Essolab). Die Öle 1534 und 1531 erscheinen allerdings ungünstiger als die übrigen untersuchten Öle.

Neben der chemischen Konstitution des Schmieröls, wobei Oxidationstests und andere Analysendaten (Schwefel) nur mit Vorsicht als Masstab benutzt werden können, beeinflusst der Kohlenstoffgehalt des Schmieröls, d.h. die Ursache des Verschleisses in hohem Masse die Schmieralterung.

Das unter unseren Prüfungsbedingungen beobachtete Alterungsverhalten steht in einem gewissen Widerspruch zu den Versuchsergebnissen des BV, der durch die Unterschiede der Versuchsbedingungen erklärt werden muss. Die dort bei Fahr- und Prüfstandsversuchen aufgetretenen unerwartlichen Steigerungen der Viskosität bei bestimmten synthetischen Schmierölen konnte bis jetzt auf den Prüfstand der Ölprobe nicht beachtet werden, Voraussetzung für die von BV erzielten Ergebnisse.

Diese scheint extreme Verschleißanfälligkeit der Pleur-  
schleife (hoher Verschleiß), beide mit Temperatur (100°C im  
Durchschnitt) und einer Pleurverschleißrate, die sich bei un-  
genügender Pleurverschleißrate bei bestimmter Pleurverschleißrate  
eintrifft.

Einfluss des Pleurverschleißes:

Der Einfluss des Pleurverschleißes auf das Pleurverschleißfestsetzen  
ist quantitativ schwer zu erfassen, weil das Pleurverschleiß-  
festsetzen in Pleurverschleiß von motorischen Bedingungen,  
wie Temperatur der Pleurpartie, axiales Ringspiel, Pleur-  
ringvorspannung und konstruktive Ausbildung des Pleur-  
schleifes ist. Eine große Rolle spielen die Pleurverschleiß-  
rate (Anteil an festen Stoffen, wie Asch) und die Pleurverschleiß-  
rate (Anteil an festen Stoffen, wie Asch). Der Einfluss des Pleurverschleißes  
ist für Otto-Motoren noch nicht geklärt.

Nach der Anzahl der Pleurverschleißfestsetzungen am Ende  
eines Versuches, wären die hier jetzt ermittelten Pleurverschleiß-  
rate in folgender Pleurverschleißrate zu bewerten:

1524, Gargoyle <sup>1605</sup> 1544, 1573, 1591, 1591, Essolub,  
1593, Gargoyle AT.

Über das Öl 157 (IMA 1645) kann wegen der Größe der Pleurverschleiß-  
rate nichts ausgesagt werden. Es ist wahrscheinlich, dass bei  
dieser Beurteilung die Pleurverschleißrate 1591, 1593, 1573, Essolub und  
1544 <sup>1605</sup> am Unst. erscheinen, weil die Voraussetzungen  
gleicher motorischer Bedingungen nicht mit Sicherheit  
gegeben war. Diese Pleurverschleißrate wurden in der letzten Pleurverschleißserie  
mit den dritten Pleurverschleißfestsetzungen gefahren. Es ist möglich,  
dass hierbei der Wärmefluss von Pleurverschleißraum zum  
Kühlwasser etwas gestört war, was sich allerdings messtech-  
nisch nicht erfassen liess, da bei allen Pleurverschleißfestsetzungen dieser  
Serie Pleurverschleißfestsetzungen.

Bei den synthetischen Ölen begann das Pleurverschleißfestsetzen meistens  
bei den untersten Pleurverschleißfestsetzungen, während dies sonst gewöhnlich  
am obersten Pleurverschleißfestsetzen eintritt.

Ein Vergleich der Analysendaten mit dem motorischen Befund  
lässt die Vermutung nahe, dass ein Zusammenhang zwischen  
Harz-Asphaltgehalt des Pleurverschleißöls und  $V_{100}$  einerseits





*Pulverin-Aktiengesellschaft*  
Oberhausen-Kolten

1873 sehr unstr., 1544 und 1573 aber 1591 und 1593 war durchweg niedrig. Die Reibung ist im Mittel gleichmäßig ansteigend et was höher als bei den anderen Jahren, jedoch nicht ungestiger als bei den untersuchten anderen Jahren.

Der 2. Versuch. Der Verschleiß ist höher, der Verbrauch von Öl die Leistungsabnahme größer als bei den anderen Jahren und gestiger als bei den anderen Jahren. Die Leistung ansteigend und Kolbenringfestsetzen und erselnt in diesen Jahren ungestiger als alle anderen bis jetzt untersuchten Jahren.

Der 3. Versuch. Verschleiß und Verbrauch waren hoch, Kolbenringe saßen nicht fest.

Beschl. Nr. 10. Verschleiß und Verbrauch gut, jedoch etwas ungünstiger als 1591 und 1593. Die Leistung zum Kolbenringfestsetzen etwa wie bei den Jahren 1591 und 1593, ansteigend ungünstiger als bei 1544 und 1573. Wicks Leistungnahme mittel gering.

Versuch Nr. 1, 2, 1933 (2. Versuch). Verschleiß und Verbrauch aussergewöhnlich hoch. Über das genaue Verhalten kann wegen der Länge der Abfahre nichts ausgesagt werden.

In der Gesamtbeurteilung erscheint das 1591 als das günstigste von allen bisher untersuchten. Die aus dem gleichen Auswurfbatterial und ähnlicher Behandlung (1591 und 1593; 1544 und 1573) können im Motor ziemlich verschiedenartiges Verhalten ergeben, worfür die Ursachen bis jetzt nicht geklärt werden konnten.

Die Schmierölversuche werden fortgesetzt. Es soll zunächst festgestellt werden, welches die Bedingungen sind, unter denen das starke Eindringen unserer untersuchten teilschen Öle, wie es von IV festgestellt wurde, eintritt.

Der zweite Schmierölversuchsmotor Opel 1,5 ltr. wird in diesen Tagen in Betrieb genommen.

Anlage: 1

Ddr: Ma.  
A.  
Hauptlabor (Tr, Cl)  
Lce.  
V.

*Handwritten signature*

*Rührbenzin Aktiengesellschaft*  
Eberhausen, Holten

Sechsländerliste

Appt. Nr.	Ø l	Ver- suchs- dauer Sta.	Ver- se. Leis- zahl	Ver- brauch (verwendete Stk/h)	Anzahl Fester Licht L.-a. Platze ränge	NO mit Licht- antrieb 50 l/h	
2	1531	58	13	64			
3	1534	61	111	44	1	133	1. Satz Zylinder- laufbüchsen
4	Gargoyle AP	72	11	43	0	122	
5	Gargoyle Arctic	36	44	106	4	57	
6	1534	21	100	183	0		
Ca	1534	27	79 !	150 !	0		
7	Gargoyle Arctic	25	77	147	0		2. Satz Zylinder- laufbüchsen
8	1544	31,5	20	56	0	56	
9	HWA1544 (r.1 W1003)	6	000	500	0	50	
10	1544	53	22	31	1		3. Satz Zylinder- laufbüchsen
11	1573	73	10	40	1	59	
12	1591	72	5,5	24	1	65	
13	1593	63,5	51	57	2	22	
14	Assclub Nr. 40	62	24	50	3	71	
15	1805	54,5	57	50	2	60	
					0,5	32,1	

50% Wasser } Verbrauch  
durch Ma-  
schinenzu-  
stand be-  
dingt

000065

*Reiblenzen Aktiengesellschaft*  
*Oberrhein, Felsen*

Prüfstand.

Oberh.-Roltzen, den 4. Dezember 1939.  
Schb/Oo.

Herrn Prof. M a r t i n

Bericht über Versuche mit Mischungen von Gasol und Benzin.

Im Zusammenhang mit der Patentanmeldung R 439, Spaltung am Motor, wurden Versuche durchgeführt zur Ermittlung der Klopf-  
festigkeit von Mischungen aus Gasol und Benzin.

Versuchseinrichtung:

Die Versuche wurden am CPR-Motor durchgeführt, der für die Versuche geringfügige Änderungen erfahren hat. Neben dem Brennstoffvorratsbehälter war ein Meßglas angeordnet, mit welchem die in der Zeiteinheit verbrauchte Benzinmenge gemessen werden konnte. Die Benzinzufuhr erfolgte in der üblichen Weise über das verstellbare Schwimmergehäuse und die Vergaserdüse. Die Regelung der zugeführten Benzinmenge wurde durch Verstellen des Schwimmergehäuses oder Ändern der Vergaserdüse vorgenommen. Die Vergasung der Gasolmengen erfolgte in einer normalen BV-Treibgasapparatur. Diese war in einem Wasserbade angeordnet, aus welchem die erforderliche Verdampfungswärme zugeführt wurde. Durch Regelung der Temperatur des Wasserbades konnte die Temperatur des angesaugten Gasoles eingestellt werden. Die Messung der zugeführten Gasolmengen erfolgte durch eine Gasuhr. Das Gasol wurde durch eine besondere Öffnung im Ansaugestutzen zugeführt. Die angesaugte Menge konnte durch einen zwischen Gasregler und Ansaugöffnung befindlichen Hahn reguliert werden.

Außerdem wurde mit Hilfe eines nassen Gasmessers die in der Zeiteinheit angesaugte Luftmenge gemessen. Da die Drehzahl des Motors sehr konstant ist, wie mit einem genau arbeitenden elektrischen Stichtdrehzähler festgestellt wurde, wurde für alle Versuche zur Bestimmung des Brennstoff-Luftverhältnisses mit einer konstanten pro Arbeitsspiel angesaugten Luftmenge gerechnet.

Bl. - 2 -

000066

Durchschrift

000067

Versuche:

Habvolumen: 622 cm<sup>3</sup>  
Versuchsdrehzahl: 617 UpM  
Angesaugte Luftmenge: 7,66 m<sup>3</sup>/h oder bei 20°C und  
760 mm Quecksilber 9,3 kg/h  
Volumetrischer Wirkungsgrad: 67,4%.

Als Brennstoffe wurden benutzt:

- 1.) Mischbenzin aus A.K.- und Spaltbenzin, spez. Gewicht bei 20°C = 0,706 kg/Ltr, Oktanzahl 63,5.
- 2.) Propan, spez. Gewicht (bei 20°C) 1,99 kg/m<sup>3</sup>
- 3.) Butan, " " " " 2,578 " "

Zur Berechnung der Luftüberschusszahl wurde mit folgenden Werten für das theoretische Brennstoff-Luftverhältnis L min gerechnet:

- 1.) Mischbenzin: L min = 14 kg/kg
- 2.) Propan: " " = 15,6 kg/kg
- 3.) Butan: " " = 15,4 kg/kg.

Bei den Mischungen wurden die entsprechenden Mischwerte für den theoretischen Luftbedarf bestimmt.

Es wurde nun für verschiedene Mischungsverhältnisse Benzin-Propan bzw. Benzin-Butan und bei verschiedenen Brennstoff-Luftverhältnissen die Klopfestigkeit bestimmt. Dies erfolgte derart, daß die Klopfstärke eines jeweils eingestellten Gemisches in üblicher Weise mit Benzin-Benzol Mischungen verglichen wurde, deren Brennstoff-Luftmischungsverhältnis, wie es bei der Klopfprüfung üblich ist, auf stärkstes Klopfen eingestellt war. Dabei wurden gleichzeitig der Benzin- und Gasolverbrauch gemessen. Die Ergebnisse der Messungen sind in den Zahlentafeln 1 und 2 festgelegt und in den Kurvenblättern 150 und 151 aufgetragen. In diesen sind sowohl der Verlauf der Klopfestigkeit, abhängig vom Brennstoff bzw. vom Luftüberschuss, aufgetragen für verschiedene Prozenzgehalte von Propan bzw. Butan im Brennstoffgemisch und außerdem die Änderung der Klopfestigkeit, wenn bei einer bestimmten angesaugten Benzinmenge das Gemisch durch Zusatz von Gasol angereichert wird. (Gestrichelte Kurven)

Die Kurven zeigen, daß die Klopfestigkeit eines bestimmten Brennstoffes oder einer Mischung in sehr hohem Maße von den Brennstoff-Luftverhältnissen abhängt. Bei allen Messungen liegt das

000067

der bei 20°C und  
 Silber 9,3 kg/h  
 6.

in, spez. Gewicht bei  
 0,99 kg/m<sup>3</sup>  
 0,578 " "

mit folgenden Werten  
 tnis L min gerechnet:

en Mischwerte für den  
 ungsverhältnisse Bensi-  
 enen Brennstoff-Luft-  
 t. Dies erfolgte derart,  
 lten Gemisches in üb-  
 verglichen wurde, deren  
 bei der Klopfprüfung  
 lt war. Dabei wurden  
 gemessen. Die Ergeb-  
 n 1 und 2 festgelegt  
 tragen. In diesen sind  
 ängig vom Brennstoff  
 rschiedene Prozenzge-  
 emisch und außerdem  
 einer bestimmten ange-  
 z von Gasol angereicht

igkeit eines bestimmten  
 em Maße von den Brenn-  
 messungen liegt das

*Deutschen Motoren-Gesellschaft*  
Kernkraft

000068

Minimum der Klopfestigkeit bei etwa 10 - 15% Brennstoffüber-  
 schuß und steigt besonders nach der Seite des Luftüberschusses  
 bei den untersuchten Brennstoffen ziemlich einheitlich und be-  
 trächtlich an. Der Anstieg nach der Seite des Brennstoffüber-  
 schusses ist praktisch uninteressant, weil hier der spez. Brenn-  
 stoffverbrauch sehr hoch wird, während die Leistung nicht mehr  
 steigt. Die gestrichelten Kurven zeigen, daß, wenn man von diesem  
 mageren Benzin-Luftgemisch ausgeht und dieses durch Gasol an-  
 reichert, trotz dessen hoher Klopfestigkeit die Klopfestigkeit  
 des Gemisches sinkt und ~~dasselbe~~ wieder bei etwa 15% Brennstoff-  
 überschuß im Minimum durchläßt. Das Absinken der Klopfestig-  
 keit bei Anreichern ist bei Propan erwartungsgemäß weniger als  
 bei Butan, entsprechend deren Klopfestigkeit.

Die Klopfestigkeit von Butan und Propan wurde ebenfalls  
 zu bestimmen versucht. Für Butan war dies noch einwandfrei mög-  
 lich, während Propan, da es schon wesentlich über Oktan liegt,  
 nur auf Grund des eingestellten Verdichtungsverhältnisses, bei  
 welchem ein bestimmter Klopfmesseranschlag erzielt wurde, schät-  
 zungsweise angegeben werden kann. Aus den dargestellten Kurven-  
 scharen ergaben sich Blendwerte, wie sie auf Kurvenblatt 152  
 aufgetragen sind. Es ist dabei zu berücksichtigen, daß die Be-  
 stimmung des Blendwertes, besonders bei den niedrigen Prozent-  
 gehalten, von Gasol sehr ungenau sein kann, da sich Fehler bei  
 der Oktanbestimmung im umgekehrten Verhältnis des Mischungsan-  
 teiles vervielfachen. Trotzdem kann dabei festgestellt werden,  
 daß der sogenannte Blendwert, wie es auch bei anderen Stoffen  
 üblich ist, bei steigendem Mischungsanteil steigt, daß er jedoch  
 im wesentlichen nicht über der Oktanzahl des reinen Stoffes liegt.  
 Für reines Butan wurde die Oktanzahl von etwa 97 bestimmt, wäh-  
 rend der Blendwert bei Zusätzen von 10 - 50% Butan zwischen 82 -  
 97 liegt. Für reines Propan wurde etwa 110 gefunden und für den  
 Blendwert 105 - 120.

Zur Frage der Spaltung am Motor wurden ferner Auspuff-  
 Temperaturmessungen im Verlauf der Schmierölversuche am Opel  
 1,5 Ltr-Motor durchgeführt. Je nach Drehzahl und Belastung kann  
 die mittlere Auspufftemperatur zwischen 200° bei Leerlauf - 700°  
 bei Vollast schwanken. (Kurvenblatt 153) Nach Angaben von Herrn  
 Dr. Traut ist mit einer wirksamen Spaltung erst bei Temperaturen

über  $550^{\circ}\text{C}$  zu rechnen, wenn nicht katalytisch gespalten wird. Nach den obigen Messungen wird dieser Temperaturzustand im Fahrbetrieb bei Personenwagen nur in einem beschränktem Betriebsbereich erzielt werden. Dies hängt noch von einer Anzahl Faktoren ab, wie ich bereits in meiner Notiz vom 4.10.39 mitteilte, z.B. vom Vergaser und Zündpunkteinstellung, von dem Verhältnis Motorgröße zu Wagengewicht, von der Höchstgeschwindigkeit sowie von der Fahrweise.

Die Frage der zur Spaltung zuzuführenden Wärmemengen wurde zwischen den Herren Dr. Tramm, Dr. Kolling und mir eingehend besprochen und festgestellt, daß verhältnismäßig große Wärmeübergangsflächen in der Auspuffleitung aufgebracht werden müssen, um diese Wärmemengen dem Brennstoff zuführen zu können. Eine technische Lösung erscheint jedoch nicht ausgeschlossen.

Falls die weitere Verfolgung der Frage der Spaltung am Motor von großem Interesse bleibt, schlage ich vor, daß eine derartige Spaltanlage in Zusammenarbeit mit einem der Herren, die im HL die Versuche über die Spaltung durchgeführt haben und über entsprechende Erfahrung verfügen, für Prüfstandszwecke entwickelt wird. Zur Erprobung einer derartigen Einrichtung sind verhältnismäßig umfangreiche Prüfstandsläufe notwendig mit systematischen Messungen der gebildeten Produkte. Zur Weiterarbeit bis zu einem greifbarem Resultat dürfte deshalb ein ziemlicher Aufwand erforderlich sein.

*h/amb*

*Institut für Motorprüfungen*  
*Lehrstuhl für Motoren*

Präsident

Oberhausen, Kassel, den 19. Januar 40  
Schh/Hs.

Herrn Dir. H a s s e n b e r g .

7

Zwischenbericht Nr. 3.

Betr.: Die Bedeutung der motorischen Bedingungen bei der Erprobung von Schmierölen.

Die Laboratoriumsprüfmethoden gestatten nur in sehr beschränkter Umfang zuverlässige Voraussagen über das praktische Verhalten eines Oles, sodass dessen Beurteilung bis jetzt aufgrund des motorischen Versuchs erfolgen muss. Hierbei sind folgende Gesichtspunkte massgebend:

1. Verschleiss,
2. Ölverbrauch,
3. Ölalterung,
4. Neigung zum Kolbenringstecken,
5. Brennstoffverbrauch,
6. Haltbarkeit des Lagers,
7. Kälteverhalten.

Die Reihenfolge dieser Ursachen entsprechend ihrer Wichtigkeit ist veränderlich, je nach der Art des Motors und den Betriebsbedingungen. Beim normalen Kraftwagenmotor steht Verschleiss und Ölverbrauch im Vordergrund, beim Flugmotor die Neigung zum Kolbenringstecken, weil diese bei dem heutigen Entwicklungsstand der Motoren eines der Haupthindernisse für die weitere Steigerung der Motorleistung und der Senkung des Leistungsgrades ist.

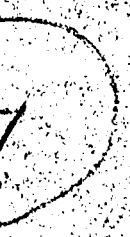
Bei unseren Prüfstandsversuchen erfolgte die Beurteilung nach den Punkten 1 bis 4, wie schon früher berichtet wurde. Der Einfluss des Schmieröls auf den Brennstoffverbrauch und die Lagerhaltbarkeit ist bei üblichen Schmierölen gering und schwer zu verfolgen. Das Kälteverhalten kann zuverlässiger und einfacher durch Laboratoriumsgeräte ermittelt werden als im motorischen Versuch. Hierzu sind besondere Versuchsanordnungen erforderlich.

000070

Durchschrift



9. Januar 49



et  
in sehr  
das prak-  
kung bis  
aus. Hier-  
ontigkeit  
Betriebs-  
schleiss  
gung am  
klänge-  
weitere  
stange-  
beurteilung  
wurde.  
und  
ing and  
niger  
der die  
schleiss

*Dieselschleissgesellschaft*  
Eberhausen, Württemberg

Die Beurteilung eines Schmieröls aufgrund der motorischen Prüfung bietet große praktische Schwierigkeiten, weil die angeführten Bewertungsgrößen ausser vom Schmieröl noch von zahlreichen anderen Bedingungen beeinflusst werden.

Bei unseren Prüfstandsversuchen wurde zunächst versucht, die Unsicherheiten in Bezug auf den Einfluss der motorischen Bedingungen dadurch auszuschalten, dass diese bei der Prüfung der Schmieröle soweit als möglich konstant gehalten wurden. Mit der wachsenden Zahl von Versuchsläufen wurden jedoch nähere Kenntnisse über die Bedeutung der motorischen Bedingungen für die Schmierung zur richtigen Auswertung der Versuche erforderlich. Diese Forderung war besonders durch die Inbetriebnahme weiterer Versuchsmotoren und die Änderung von Versuchsbedingungen, die aufgrund der bei den ersten Versuchen gesammelten Erfahrungen durchgeführt wurden, bedingt. So wurde nach den ersten 15 Versuchen an 1,3 ltr Opelmotor zur Vereinfachung und Verebilligung des Verfahrens auf den getrennten 24-Stunden Einlauf vor jedem Versuch verzichtet. Das Einlaufprogramm wurde in den Versuch eingeschaltet und erheblich verkürzt. Bei den neuen Versuchsmotoren Opel 1,5 ltr und Mercedes-Benz N 136 1,7 ltr wurde die Drehzahl auf 2700 U/min festgelegt; die Leistung auf 27 PS gegenüber 2200 U/min und 17,6 PS am Opel 1,3 ltr-Motor. Die Versuchsdauer wurde auf 30 Stunden herabgesetzt. Die Temperaturen vom Ölnebel und Kühlwasser wurden ebenfalls variiert.

1. Verschleiss.

Wegen seines Ausmasses und seiner Bedeutung für das Betriebsverhalten und die Betriebssicherheit ist der Verschleiss an den Triebwerksteilen, also an den Zylinderlaufbahnen, Kolben, Kolbenringen, Pleuellenzapfen und Lagern von besonderem Interesse. Die Abnutzung an den übrigen Stellen des Motors, wie Pleuellwelle, Steuerstößel, Ventilschäfte und Ventilkführungen sind erst nach langen Laufzeiten wahrnehmbar und für den Betrieb von untergeordneter Bedeutung.

Die beste Möglichkeit den Verschleiss zu messen bietet nach unseren Erfahrungen die Verfolgung des Pleuellringgewichtes.

Die Ausmessung der Zylinder gibt dafür ein gutes Bild über die Verteilung des Abriebes auf die Lauffläche

A 15 20000 5

Durchschnitt

000071

Man erkennt, dass hauptsächlich die Kolbenringe für den Verschleiss der Zylinderlaufbahn verantwortlich zu machen sind. Im praktischen Fahrtrieb überwiegt im allgemeinen der Abrieb an oberen Totpunkt infolge des Verkantens der Ringe. Bei den bei uns gewählten Versuchsbedingungen war der Verschleiss an den Stellen hoher Kolbenringgeschwindigkeit und hoher Normaldrucke ebenso gross oder grösser. Im Fachschriftenbuch wurden häufig Staugehalt der Luft oder Unreinigkeiten als Ursache für dieses Verhalten angegeben. Diese Faktoren wirkten in unserem Falle weitgehend konstant geblieben sein und deshalb als Ursache ausschelden. Auf diese wird später noch eingegangen. An den Flächen, wo nur der Kolbenschaft im Zylinder gleitet, tritt praktisch kein Verschleiss ein. Es wurde sogar mehrfach beobachtet, dass in diesem Bereich der Zylinderdurchmesser sich in zwar geringer Masse vergrössert, was wohl auf Ablagerungen aus dem Öl und in manchen Fällen auf Deformationen zurückzuführen ist.

Zum Vergleich der Abriebswerte ist die Messung der mittleren Änderung des Zylinderdurchmessers weniger geeignet, weil erst nach einem Versuch von 30 Stunden oft nur wenige  $\frac{1}{1000}$  mm beträgt, was schon in den Messgenauigkeitsbereich guter Zylindermessgeräte fällt. Es scheint jedoch ein eindeutiger Zusammenhang zwischen der Abnahme des Kolbenringgewichtes und der mittleren Zunahme des Zylinderdurchmessers zu bestehen.

An Kolbenschaft treten die durch Abrieb verursachten Änderungen hinter den Deformationen, die sich unter den hohen und wechselnden Beanspruchungen einstellen, zurück. Die Veränderung des Kolbens geht fast an allen Stellen ausserordentlich langsam vor sich. Deutliche Änderungen sind nur in der Höhe der Ringnuten feststellbar. Es ist jedoch noch nicht geklärt, ob und in welchem Masse diese durch Abrieb oder durch Deformation oder durch beides verursacht sind.

Die Beobachtung der Änderung an den Lagerschalen und Lagerschalen ist wegen unzureichender Genauigkeit der vorhandenen Messgeräte, bei sehr geringen Änderungen der Messwerte und wegen der beschränkten Steifheit der Lagerschalen schwierig. Es wurde beobachtet, dass bei grossen Lastspielen die Lagerschalen schnell verschlissenen und unrand werden und dass bei

darauffolgenden Versuchen mit stramm passenden Lagern diese Unrundheit wieder fühlbar ausgeglichen wurde. Nach allen Beobachtungen dürfte zwischen Lagerabnutzung und dem Verschleiss an der Zylindergleitbahn und Kolben kein eindeutiger Zusammenhang bestehen.

Als Massstab für den Verschleiss, wie er an der Abnahme des Kolbenringgewichtes und der Zunahme des Zylinderdurchmessers festzustellen ist, kann im allgemeinen auch der Aschegehalt betrachtet werden. Voraussetzung für einen Vergleich sind dabei annähernd gleiche Ölmengen im Motor, d.h. gleiche Anfangsmengen und gleicher Ölverbrauch. Bei kleinerem Ölverrat wird der prozentuale Aschegehalt höher, weil die gebildeten Abriebmengen gleich bleiben.

Für den Verschleiss an den Zylinderlaufbahnen, Kolbenringen und Kolben sind ausser den Eigenschaften folgende Einflüsse von Bedeutung:

1. Konstruktion des Motors,
2. Laufspiel an den Gleitflächen,
3. Metallurgische Eigenschaften der Oberflächen,
4. Einlaufzustand der Maschine
5. Kühlwassertemperatur,
6. Ölumpftemperatur
7. Ölverbrauch, soweit er durch meteorische Einflüsse bedingt ist,
8. Brennstoff,
9. Drehzahl und Belastung,
10. Beschaffenheit der Ansaugluft.

Bis jetzt konnten bei uns die unter Nummer 4, 5, 6 und 7 aufgeführten Einflüsse beobachtet werden.

#### Einlaufzustand der Maschine.

Bei der Inbetriebnahme eines nicht eingelaufenen Motors ist der Abrieb am Anfang sehr gross, weil die Gleitflächen von der Bearbeitung her noch Unebenheiten tragen, die je nach der Güte der Bearbeitung verschieden sind und in der Grössenordnung von 0,005 mm liegen. Diese müssen zunächst ausgeglichen werden. Danach verläuft der Verschleiss über eine lange Zeit wesentlich langsamer und annähernd linear. Dieses Verhalten zeigt sich deutlich bei den ersten 15 Versuchen.

000074

so zu jedem Versuch die Maschine 24 Stunden lang mit neuen Kolbenringen bei niedriger Drehzahl und in Bezug auf die Temperatur günstigen Bedingungen einlief. Die Verschleisswerte von Vorlauf und Hauptlauf, bei dem die gleichen aber eingelauften Ringe Verwendung fanden und die Verhältniszahlen sind in Zahlentafel 1 wiedergegeben.

Zahlentafel 1

Schmieröl	Vers.- Nr.	Abnahme d. Kolben- ringgew. o. 0,1 g/100Std.		Aschengehalt nach 20 Std.	
		Einlauf	Hauptlauf	Einlauf	Hauptlauf
1531	2	23	5	11,5	4,3
1534	3	12	37	4	26
1534	6	110	70	33,4	40
1534	4	8	5	13,3	5
1534	5	80	10	19,4	9
1544	7	66	22	43,3	16
1548	8	20	6	18	4
1573	9	170	201	80	75
1591	11	30	14	18	5
1591	12	6	3	5	2
1593	13	6: <i>hinfällig</i>	25	37,2	10
Esselab	14	53	9	26,7	7
1605	15	40	22	25	14

In fast allen Fällen ist der auf eine Laufzeit von 100 Stunden bezogene Abrieb beim Einlaufen wesentlich höher als der des Hauptlaufes. Die wenigen Ausnahmen müssen wohl darauf zurückgeführt werden, dass bei diesen Ölen, die Empfindlichkeit gegenüber der Betriebstemperatur und der Drehzahl den Einflüsse des Einlaufzustandes überwiegt.

000074

unden lang mit neuen  
in Bezug auf die  
f. Die Verschleisswerte  
gleichem aber einge-  
Verhältniszahlen

Aschegehalt nach 20 Std	
0,01%	
Einlauf	Beispiel
11,5	4,3
4	26
33,4	40
13,3	5
19,4	9
43,3	16
18	4
80	75
18	5
5	2
37,2	10
26,7	7
25	14

Zeit von 100 Stunden  
höher als der des  
wohl darauf zurück-  
Empfindlichkeit  
rehsahl den Ein-

*Rubenszylinder-Aktiongesellschaft*  
Breslau

000075

Kühlwassertemperatur.

Die Kühlwassertemperatur ist insofern von Bedeutung, als sie die Temperatur an der Zylinderleitfläche beeinflusst. Es wurden bis jetzt mit mehreren Schmierölen Versuche mit verschiedenen Kühlwassertemperaturen angestellt. Die Ergebnisse gehen aus Zahlentafel 2 hervor.

Zahlentafel 2.

Ol	Vers.-Nr.	Temp. KW °C	Ol	Olverbrauch %	spez. Brenn-stoffverbr. g/kWh	Abnahme Ringgew. 0,01g/100h	Asche 0,1% / 100h	Asche + Ringgew.
1605	26	52	110	67	261	42,1	47	89
	28	70	110	105	308	38	25	61 +)
	27	80	110	119	349	40	43	83 +)
	17	90	110	61	288	42	38	80 +)
1648	12A	52	100	49	254	36	32	70
	13A	70	100	43	267	20	13	33
	8A	80	100	66	246	20,6	32	60
Arbeits	7	50	100	106	246	8	9	17
	5	90	100	150	245	26	16	42 +)

Demnach gibt es für den Verschleiss eine günstigste Kühlwassertemperatur, welche zwischen 60 und 70°C liegt (Abb. 1). Mit höheren Temperaturen steigt der Verschleiss annehmend bei den verschiedenen Ölen in verschiedenem Masse an. Hierüber müssten noch weitere Versuche angestellt werden. Bei einer Kühlwassertemperatur von 50°C war der Verschleiss stets höher als bei 70°C, was auf die Bildung von Kondensat an den Zylinderwänden zurückzuführen ist.

Eine wie grosse Wirkung Kondensatbildung bei kalter Zylinderleitfläche hat, ist aus dem Verlauf des Aschegehaltes abhängig von der Laufzeit, wie er sich bei Versuchen, die nach 24-stündigen Einläufen durchgeführt wurden, ergeben hat, ersichtlich (Abb. 2).

+) Diese Werte sind wegen des relativ hohen Ölverbrauches etwas ungünstig, wie weiter unten gezeigt wird. Bei Vers. 28 war ausserdem der Brennstoffverbr. so hoch, dass auch das durch den Verschleiss grösser wurde.

In den ersten ein bis zwei Stunden steigt der Aschegehalt des Schmieröls steil an -Versuch 2,3,5,7,11,12,13,14- und verläuft nachher bei durchgewärmerter Maschine wesentlich flacher. Beim Anfahren der kalten Maschine sinken zunächst Viskosität und Dichte des Schmieröls. Darauf steigen diese in normaler Weise gemäss der Alterung des Schmieröls an. Es entstehen an den noch kalten Zylinderwänden Kondensate, die den Verschleiss fördern und ins Kurbelgehäuse gelangt das Schmieröl verdünnen. Diese Beobachtung bestätigt die aus der Praxis bekannte Schädlichkeit des Kaltstartes.

#### Ölumpftemperatur.

Die Versuche, die bei gleichen Öl und verschiedenen Ölumpftemperaturen durchgeführt wurden, (1605, 1648, IRM, MA) zeigen, dass Erhöhen der Ölumpftemperatur den Verschleiss erheblich mehr beschleunigt als höhere Kühlwassertemperaturen (Zahlentafel 3). Die Empfindlichkeit gegenüber der Ölumpftemperatur ist wie der Vergleich der Öle 1648 und 1605 zeigt offenbar sehr verschieden je nach dem Ölcharakter. Die starke Abhängigkeit des Abriebes von der Ölumpftemperatur ist zunächst erstaunlich, weil die Temperatur an den Stellen des grössten Abriebes von der Ölumpftemperatur verhältnismässig wenig beeinflusst werden dürfte.

#### Brennstoff.

Wenn der spezifische Brennstoffverbrauch infolge fetten Gemisches ein bestimmtes Mass übersteigt, wird der Abrieb deutlich grösser. Dies ist auf Bildung von Brennstoffkondensaten an den Zylinderwänden zurückzuführen, welche den Ölfilm abwaschen und verdünnen.

Bei hohem Verschleiss infolge fetten Gemisches nimmt der Aschegehalt nicht in der üblichen Weise mit dem Kolbenring- und Zylinderabrieb zu.

Die Versuche mit verschiedenen Brennstoffen sind nicht unbedingt miteinander vergleichbar. Bei Bleibenzin scheint jedoch der Verschleiss höher zu sein. Dies wird durch weitere Versuche geprüft. Esch-Dresden stellt Verschleissserhöhung

000077

Rechenbeispiel

Ol. Temp. Nr.	Temp. °C	Ölverbr. %	spez. Brennstoff- verbr.	Abnahme Brennstoff- Ringschw.	Änderung Ringschw.	Brennstoff- Ringschw. +Änderung
16a	100	90	52	257	22	14
17	110	90	61	288	42	38
18	120	90	60,5	275	90	74
19	110	90	48	108	63,5	21,6
20	120	90	66	256	32	32
21	100	80	65	246	28,6	32
22	110	80	43,2	247	138	110
23	100	80	147	250	82	100
24	100	80	112	257	120	100

\*) Hier überwiegt der Einfluss des spezifischen Brennstoffverbrauches über der Temperatur (s. weiter unten)

\*\*) Wie bei den Versuchen 22 und 24 festgestellten absolut hohen Verschleißwerte sind durch den hohen Ölverbrauch bedingt. Hierauf wird weiter unten noch näher eingegangen.

000078

Zahlentafel 4

Öl	Vers.- Nr.	Temp. Öl KW		Ölverbr.	spez. Brennst.- verbr.	Abnahme -Ringgew.	Asche	Asche + Ringgew.
161o	1A	11o	8o	3o,3	263	4	9	73
	5A	1o8	8o	4o	316	94	24	11o +)
IRM	19	12o	9o	66	256	32	32	64
	3o	11o	9o	44	3o8	63,5	3o	94
	2oA	11o	8o	41	248	18	32	5o
	16A	11o	8o	75	295	189	131	32o +)

+) Bei diesen Werten ist noch der Einfluss des Ölver-  
brauches zu berücksichtigen.

Zahlentafel 5

Brenn- stoff	Öl	Vers.- Nr.	Temp. Öl KW		Ölverbr.	spez. Brennst.- verbr.	Abnahme -Ringgew.	Asche	Asche + Ringgew.
APAL	IRM	2A	11o	8o	33	274	6	12	18
Blei-Bi	"	20A	11o	8o	41	248	18	32	5o

Es ist nicht sicher, ob der Verschleissunterschied der  
Versuche 2A und 20A allein dem Brennstoff zugeschrieben  
werden kann, da bei Versuch 2 A noch die Original-Zylin-  
derlaufbahn von Opel in Betrieb war, während bei 20A  
Fevco-Röhren eingebaut waren. Ein so grosser Einfluss  
des Zylindermaterials ist allerdings nicht wahrscheinlich.



durch Bleibensin fest (Deutsche Kraftfahrtforschung Heft 29, "Zylinder- und Kolbenringverschleiss").

Ölverbrauch.

000079

Bei mehreren Versuchen waren die Verschleisszahlen lange Zeit nicht erklärbar. Fortgesetzte genaue Beobachtungen führten dann zu dem Ergebnis, dass mit steigendem Ölverbrauch eine ausserordentliche Erhöhung des Abriebes eintritt, wenn der hohe Ölverbrauch durch erhöhte Ölszufuhr an den Zylinderleitflächen bedingt ist. Aus Zahlentafel 6 geht dieser Zusammenhang sehr anschaulich hervor (s. S. 11). Diese Feststellung ist zunächst überraschend, wurde aber bisher in allen Fällen bestätigt. Zahlenmässig ist die Abhängigkeit des Abriebes von Schmierölverbrauch anscheinend entsprechend der Konstitution des Schmieröls und dem dadurch bedingten Charakter der gebildeten Oxydations- und Zerfallsprodukte verschieden.

Die Ursache für den Zusammenhang zwischen Ölverbrauch und Verschleiss ist noch nicht klargestellt und muss noch weiter verfolgt werden. Von Bedeutung dürften die Zerfallsprodukte sein, die auf dem Wege von der Kurbelwanne zum Verbrennungsraum gebildet werden. Insbesondere ist zu klären, ob der Verschleiss korrosiver Natur ist, oder ob die Gleitflächen rein mechanisch durch schmiergeladene Ölkohle oder Kars und Asphalt angegriffen werden. Vielleicht muss der sowohl bei niedrigviskosen Ölen als auch bei hohen Ölsumpftemperaturen beobachtete hohe Verschleiss mit der geschilderten Beobachtung in Zusammenhang gebracht werden. Beide Faktoren wirken auf eine Erhöhung der Schleuderölmenge hin.

Über die Bedeutung von Werkstoff- und Oberflächenbeschaffenheit, Staubgehalt der Ansaugluft für den Verschleiss können aufgrund unserer Versuche noch keine Aussagen gemacht werden. Sie dürfte nicht sehr gross gewesen sein, da fast alle Ergebnisse der etwa 55 Dauerläufe durch die geschilderten Einflüsse erklärt werden konnten.

Nur bei einem Versuch (Lauf 25, Öl 1605) konnte der hohe Verschleiss aufgrund der aufgezählten Einflussgrössen nicht erklärt werden, da diese günstige Werte haben. Auffallend

000080

Schleifentafel

Sl. Nr.	Verschleiß	Temp. Öl	Temp. Öl	spez. Brennstoffverbr.	Abnahme Ringgew.	Asche	Ringgew. Asche
1605	10	60,5	120	90	275	90	154
	18	500	120	90	242	240	369
1512	9A	20,4	110	80	274	12	89
	14	12	108	80	260	17	89
1544	8	50,4	100	90	251	6	32
	9A	100	100	90	234	85	10
1593	13	57	100	90	252	17	155
	21	112	100	90	262	92	21
1643	8A	60	100	80	240	23,6	116
	9	300	100	80	243	200	12
164	7A	12	105	80	255	48	88
	20	117	108	90	267	120	220 +-)
122	20A	41	110	80	240	18,5	90,5
	25A	54	110	80	253	10	90
	18A	137	110	90	230	184	343
1022	25A	20,3	94	80	254	10	43 +-)
	21A	20	110	80	253	37	48
	23A	103	110	80	229	60	220

\*) Bei etwas höherer Kühlwassertemperatur allein dürfte nicht so große Verschleißunterschiede bedingen.

+-) Hier ist noch der Einfluss der niedrigen Öltemperatur zu berücksichtigen.

0

Ringgew. Lichte	
154	
369	
89	
32	
16	
155	
21	
116	
88	
220	
50,9	
30	
343	
43	
48	
226	
Größe	
mm.	
peratur	

*Deutsches Patentamt*  
*Verfahren zur Herstellung von*

- 11 - 000081

ist, dass bei diesem Versuch die Neutralisations- und Veresterungszahl höher als üblich waren, sodass der hohe V. schliesslich vielleicht durch Korrosion infolge einer ungewöhnlichen Säurebildung, deren Ursache nachträglich nicht mehr zu klären ist, verursacht ist.

Diagnose.

Die Veresterung des Gles im motorischen Versuch soll im Folgenden als Alterung bezeichnet werden. Die Hauptart ist v.a. in folgenden Gruppen:

- Viskosität,
- Viskositätszahl,
- Veresterungszahl,
- Gehalt an Asche,
- Benzinsulfidzahlen,
- Benzolunlöslichkeit,
- Harzgehalt,
- Sauerstoffwert und
- Festheit.

Es ist noch speziell anzumerken, welche von diesen Gruppen für den motorischen Betrieb von Bedeutung sind.

Bei einigen Stellen wird der Viskositätsanstieg für die Praxis besonders Bedeutung zugesprochen. Nach anderen Versuchen ist dies nur in beschränktem Umfang herabsetzbar, da bis jetzt noch keine besonderen Nachteile durch raschen Viskositätsanstieg festgestellt worden sind. Die Gefahr des Verstopfens der Ölschale durch starke Alterung muss aufgrund der Erfahrungen als sehr gering bezeichnet werden. Auch die Behauptung, dass mit steigender Viskosität die Neigung zum Kalbenringstucken zunimmt, dürfte nicht generell gültig sein. Der wesentliche Nachteil starkalterter Ölschalen besteht darin, dass in der Mitte schlechter gestartet werden kann. Außerdem soll nach neuen Versuchsrichtungen gewaltes Öl höheren Veresterungszahlen bedürftig sein. Nach anderen Beobachtungen tritt dies allerdings bei der abnormal schnellen Alterung von ungeschältem Glas an der neuen Maschine nicht ein.

Über den Zusammenhang zwischen Harzgehalt oder Sauerstoffwert und dem Ringstucken kann ebenfalls nichts Allgemeingültiges angegeben werden. Bei niedrigem Sauerstoffwert scheint die Neigung zum Ringstucken geringer zu sein. Es gibt aber auch

A. S. 12000 1. 20

Durchschrift

- 12 -

Öle mit sehr hohem und rasch ansteigendem Conradsonstest, deren Verhalten in Bezug auf das Ringstecken gut war.

Der Aschegehalt ist nur als Hinweis auf den stattgefundenen Verschleiss von Interesse, wie weiter oben ausgeführt wurde.

Die Alterung des Öles wird durch frischbearbeitete Zylinderwände, welche offenbar katalytisch wirken, beschleunigt. In diesem Falle der Alterung wird besonders die Harzaasphaltbildung, Benzolisationszahl, Verseifungsgehalt und der Viskositätsanstieg gefördert, während der Conradsonstest verhältnismässig wenig steigt. Diese Erscheinung zeigen besonders synthetisch-unbehandelte Öle mit hoher Jodzahl. Die Jodzahl fällt in diesem Falle während des Versuches ziemlich rasch. Die unter solchen Bedingungen gebildeten Harze und Asphalte wirken offenbar auf die Neigung zum Kolbenringstecken und den Verschleiss nicht fördernd.

Die Alterung wird in hohem Masse durch den Ölverbrauch beschleunigt, weil bei hohem Ölverbrauch das Öl häufiger durch den Motor kreist und häufiger den Stellen hoher thermischer Beanspruchung zugeführt wird. Genaue wird die Alterung durch hohe Temperaturen, insbesondere Öltemperaturen gefördert.

#### Ölverbrauch.

Der Ölverbrauch wird neben der Schmierölviskosität entscheidend durch die motorischen Bedingungen bestimmt. Abgesehen von Leckverlusten hängt er davon ab, wieviel Öl den Weg zum Verbrennungsraum findet und von dort verbrannt oder unverbrannt durch den Auspuff entweicht. Das meiste Öl gelangt von Kurbelgehäuse an Kolben und ein geringer Teil an den Ventilschäften entlang über die Ventilsitze in den Verbrennungsraum. Der zweite Fall ist nur bei stark angeschlagenen Ventilführungen nennenswert. Er betrug in einem extremen Fall etwa 20 % des Gesamtverbrauches. Die von Kurbelgehäuse aus über die Kolbenringpartie hinaus gelangende Schmierölmenge, welche in erster Linie den Ölverbrauch bestimmt, hängt von folgenden Grössen ab:

1. Lagermessungen und Lagerlaufspiel.
2. Umfangsgeschwindigkeit der Lagerzapfen.
3. Laufspiel und Bauart des Kolbens.
4. Anzahl der Ölabstreifringe und Kolbenringe.
5. Viskosität bedingt durch:
  - a) Ölbeschaffenheit,
  - b) Temperatur.
6. Öldruck.

Außerdem kann durch besonders konstruktive Massnahmen wie Abschlebleche der Ölverbrauch beeinflusst werden.

Mit niedriger Viskosität beim Austritt aus den Lagern steigt die Spritzölmenge.

Von grosser Bedeutung ist das Laufspiel der Pleuellager, wie eine Reihe von Versuchen mit verschiedenen Laufspielen der Pleuellager bei sonst vollkommen unveränderten Bedingungen gezeigt haben. Schon bei geringfügiger Änderung des Laufspiels z. B. von 0,02 auf 0,04 mm stieg der Ölverbrauch von Normalwert auf einen mehrfachen Betrag. Bei unseren Versuchen traten die Lager selbst bei sehr straffen Lagerpassungen keinerlei Schaden. Im Gegenteil konnte festgestellt werden, dass bei straff eingepassten und eingeschabten Lagern (Laufspiel etwa 0,02 mm) die Tragflächen wesentlich besser eingelaufen waren als bei solchen Pleuellagern, bei denen das Laufspiel von vornherein auf etwa 0,04 mm durch Weissenbeuren der Bohlen eingestellt war. Ausserdem war die Abnutzung der Lagerzapfen viel geringer. Es wurde sogar beobachtet, dass Zapfen, die etwa 0,02 mm runter geworden waren durch grosses Laufspiel, nach den folgenden Läufen mit straff eingepassten Lagern wieder wesentlich runder geworden sind. Der Ölverbrauch sinkt sinngemäss mit sinkendem Öldruck und dadurch verringert an die Zylinderwände geschleudertes Ölmenge. Gegenüber dem Lagerpiel trat bei unseren Versuchen die Bedeutung des Hauptlagerspiels, des Kolbenringspiels, des Verschleissgrades der Zylinderlaufbahn und der Wirksamkeit der Ölabstreifringe für den Ölverbrauch zurück. Dabei wurden die Versuche in Bezug auf das Ringpiel zwischen 0,03 und 0,09 mm und den Zylinderüberschüssen von 0,00 bis 0,12 mm variiert. Auch die Vorspannung der Ölabstreifringe war von verhältnismässig geringer Wichtigkeit.

Kolbenringseiten.

Kolbenringstecken.

Unsere Versuche an den Fahrzeugmotoren waren besonders auf die Beobachtung des Verschleißes, der Ölalterung und des Ölverbrauches abgestellt. Deshalb war eine exakte gleichzeitige Erfassung der Neigung zum Kolbenringstecken nicht möglich. Nebenher wurde zwar das Ringfestgehen mit beobachtet. Diese Frage ist bei normalen Personen- und Lastkraftwagen-Zündmotoren nicht in erster Linie wichtig, da man bei normalen Ölen und unter normalen Bedingungen verhältnismäßig weit von der Gefahrengrenze für das Ringstecken entfernt ist.

Systematische Versuche bezüglich des Ringsteckens werden am NSU-501 OSL-Einzylinder-Motor durchgeführt. Hierüber wird besonders berichtet.

Zusammenfassung.

Die Versuche haben gezeigt, dass das Schmierölverhalten im Motor von einer Reihe motorischer, thermischer und sonstiger Bedingungen abhängt. Es ergibt sich daraus, dass zur eindeutigen Charakterisierung eines Schmieröls eine Reihe von Dauerversuchen durchzuführen sind, um die Abhängigkeit von diesen Bedingungen wenigstens andeutungsweise aufzufinden und Fehlschlüsse bei der Beurteilung des Schmieröls zu verhindern.

Zur weiteren Klärung der Verhältnisse sind noch Versuche über die Bedeutung des Brennstoffes, der Kühlwasser- und Öltemperatur erforderlich.

Die früher mitgeteilten Urteile über Schmieröle sind auf die neue Erkenntnis hin zu überprüfen. Hierüber und über das Verhalten weiterer Versuchsöle wird demnächst berichtet.

*W. Müller*

8

Ein Gerät zur Messung der Dampfblasenbildung von Benzin.

000085

Einleitung:

Die Dampfblasenbildung von leichtflüchtigen Kraftstoffen ist als Quelle empfindlicher Betriebsstörungen bei Kraftfahrzeugen, insbesondere im Sommer, bekannt. Verschiedene Untersuchungen hierüber zeigten, dass die Störungen sowohl durch die Beschaffenheit des Brennstoffes als auch durch die konstruktiven Verhältnisse am Motor bedingt sind. Den Kraftstoffherzeuger interessiert in erster Linie eine Methode zur Messung der Dampfblasenbildung des Brennstoffes. Die Versuche, eine Beziehung zwischen dieser und seinen analytischen Kennzahlen zu finden, haben bis jetzt keine voll befriedigende Lösung gebracht.

Das HWA, das an dieser Frage besonders interessiert ist, hat aus diesen Gründen ein motorisches Prüfverfahren entwickelt. Hierbei wird die Temperatur des Brennstoffes vor der Förderpumpe, bei welcher der Motor aussetzt und zum Stillstand kommt, als Abreisstemperatur bezeichnet und als Masstab für die Neigung des Brennstoffes zur Dampfblasenbildung betrachtet.

Veranlasst durch den zur Zeit herabgesetzten Siedeendpunkt der Benzine und die dadurch erhöhte Flüchtigkeit, haben wir Versuche durchgeführt, um uns ein Bild von den bei der Festimmung der Abreisstemperatur auftretenden Verhältnisse zu machen. Auf Grund motorischer Versuche wurde ein Gerät entwickelt, mit dem Ziel, die Messwerte des HWA - Verfahrens unabhängig vom Motor zu reproduzieren.

Messgerät der Ruhrbenzin.

Abbildung 1 zeigt den Aufbau dieses Gerätes. Der Brennstoff durchströmt auf der Saugseite der Förderpumpe G vom Vorratsbehälter A aus eine Heizschlange B

1  
F - 101  
offen  
bei  
t. Ver-  
die  
renn-  
taisse  
nteres-  
ter  
e,  
ischen  
be-  
ter-  
r i -  
d die  
bei  
ant,  
für  
ang  
en  
uns  
mpe-  
und  
mit  
s. Der  
r-  
e B

**RUHRBENZIN A.G.**  
Oberh.-Hofen

Abt. Schb - 7

Ein Gerät zur Messung der Dampf-  
LEISTUNGSVERMÖGENS von Benzin.

Seite 2

Ber.Nr. F 101

006086

und tritt unmittelbar hinter denselben in die Förderpumpe ein. Die Förderpumpe misst die Heizleistung und Förderpumpe wird gemessen (F). Die Förderpumpe erhebt den Brennstoff in das Schwimmergehäuse eines Ventils. Aus diesem fließt der Brennstoff durch eine regelbare Drosselstelle 1 und einen Durchflussmesser 2 über einen Überlauf 3 ab. Die aus dem Schwimmergehäuse stündlich abfließende Menge ist bestimmt durch die Fallhöhe zwischen Vergaser und dem Überlauf, und die Öffnung der regelbaren Drosselstelle. Bei dem Gerät ist die Fallhöhe konstant, sodass die Abflussmenge aus dem Vergaser durch Verstellen an der Drosselstelle reguliert wird. Damit werden die verschiedenen Betriebszustände des Motors in Bezug auf den Brennstoffverbrauch nachgeahmt. Der Versuch wird so durchgeführt, dass bei Versuchsbeginn die am Durchflussmesser abzulesende Brennstoffmenge auf einen bestimmten Stand eingestellt wird. Durch Aufheizen erhitzt man dann die vor der Förderpumpe herrschende Brennstofftemperatur und beobachtet die Durchflussmenge und den am Standglas abzulesenden Flüssigkeitsstand im Schwimmergehäuse. Die Änderung der Durchflussmenge und des Schwimmerstandes mit steigender Brennstofftemperatur vor der Förderpumpe ist für ein Beispiel in Abbildung 2 dargestellt. Von einer bestimmten Temperatur an fallen Durchflussmenge und Stand im Schwimmergehäuse rasch langsam und schließlich sehr schnell ab. Als Abreistemperatur wird die Temperatur bezeichnet, bei der der Stand im Schwimmergehäuse verschwunden ist, was einem Abfall von ca. 30 mm entspricht.

Messergebnisse des Gerätes und Vergleiche mit denen des Motors:

Die am Motor und Apparat durchgeführten Versuche sind aber übereinstimmend, da es nun nicht von einer einzigen Abreistemperatur sprechen kann, sondern dass man für die verschiedenen Verbräuche verschiedene Temperaturen erhält, die sich langs einer Kurve ein-



000087

ordnen lassen. Die Form dieser Kurven ist im Motor und an der Apparatur prinzipiell die gleiche.

In Abbildung 3 sind Kurven für verschiedene Benzine dargestellt, aus deren Verlauf sich ergibt, dass die Abreistemperatur von dem Brennstoffverbrauch zur Beurteilung eines Benzins nicht ausreichend ist, da die Kurven nicht parallel verlaufen, sondern sich überschneiden können.

Es wurden nun Vergleichsversuche zwischen dem motorischen Prüfverfahren und der Apparatur mit verschiedenen Kraftstoffen durchgeführt. Unter genau definierten motorischen Bedingungen erhält man für jedes Benzin einen bestimmten Wert der Abreistemperatur. Ermittelt man für die gleichen Benzine in der Apparatur die Abreistemperaturkurven abhängig von der Durchflussmenge, so ist aus diesen die Abreistemperatur der motorischen Prüfung innerhalb einer Differenz von  $\pm 1^{\circ}$  bei einem bestimmten Wert der Durchflussmenge zu entnehmen.

Der den Prüfbedingungen des HWA entsprechende Wert der Durchflussmenge liegt an unserer Apparatur bei annähernd 3,7 ltr. Messwerte die am HWA-Motor und an unserer Apparatur erzielt wurden, sind aus nachfolgender Tabelle und Abbildung 3 hervor.

Probe	Abreistemperaturen		Differenz
	HWA - Motor	RP - Apparatur ( bei 3,7 l/1 )	
Z. B. I	66,5	65,6	- 0,9
Z. B. II	69,5	69,3	- 0,2
Z. B. III	79	77,5	- 0,5
Z. B. IV	91	91,5	+ 0,5
Z. B. V	71,5	71,7	+ 0,2
Z. B. VI	75	75,5	+ 0,5

**RUHRBENZINAG.**  
**Oberh.-Kohlen**

Abt. Schb - V

Ein Gerät zur Messung der Dampf-  
blasenbildung von Benzin.

Seite 4

Ber.Nr. E F 101

000088

Einleitung.

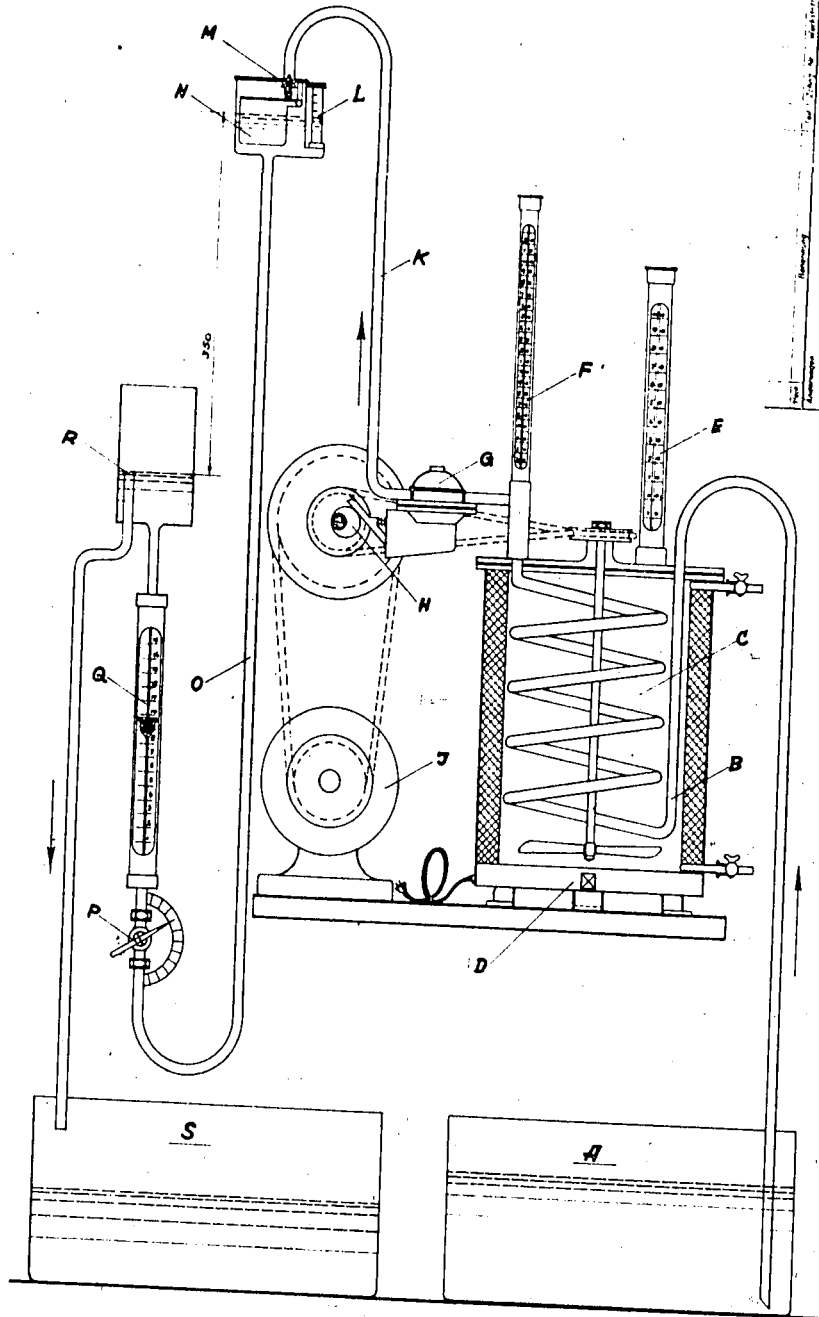
Der vorliegende Bericht behandelt ein Teilstück einer umfangreicheren, noch nicht abgeschlossenen Versuchsarbeit über allerbine Zusammenhänge bei der Dampfblasenbildung. Wir bringen ihn trotzdem jetzt schon zur Kenntnis, da wir die Frage der Messung der Abreisstemperatur als äusserst dringlich betrachten und uns das Gerät zur Bestimmung dieses Wertes brauchbar scheint. Über die weiteren Versuche, die sich auf folgende Fragen beziehen,

1. Bedeutung der Ausführungsformen des Leistungssystems
  2. Konstruktion und Zustand der Förderpumpe
  3. Zusammenhänge chemischer und physikalischer Kenn-  
daten der Benzine mit der Abreisstemperaturkurve,
- werden wir zur gegebenen Zeit berichten.

Oberhausen - Koltzen, den 24. Juni 1940

*Keller*      *W. amb*

000089



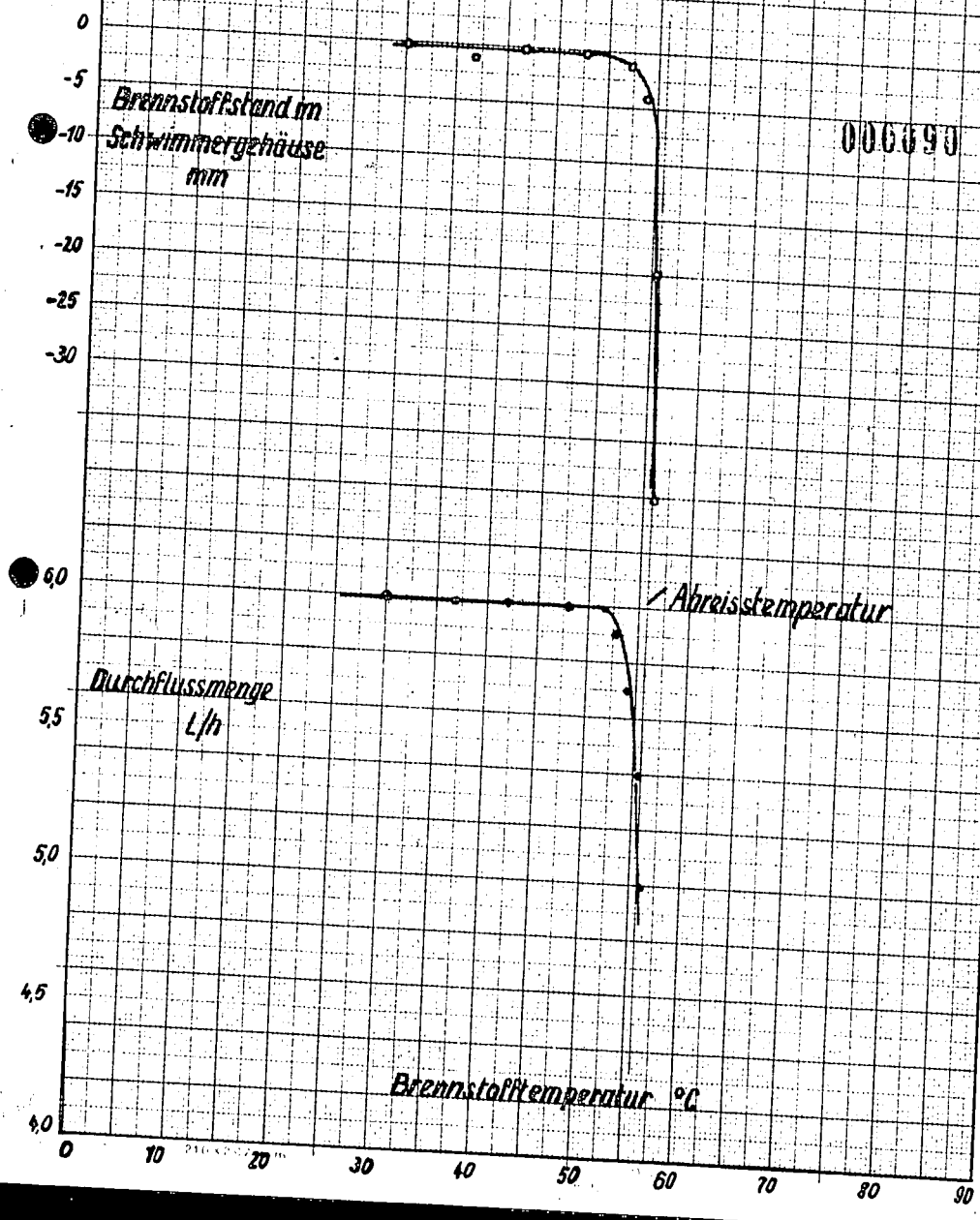
PUMPHRENZEN		Nr. ZM 100/1604	
Eigenschaften		Eigenschaften	
Druck	23,5 kg	Druck	23,5 kg
Temperatur	23,5 °C	Temperatur	23,5 °C
Gerät zur Bestimmung der Dampfblasenbildung		Gerät zur Bestimmung der Dampfblasenbildung	

Abb. 2

Ruhrbenzin A-6.

Abfall des Brennstoffstandes im Schwimmergehäuse und der Durchflussmenge beim Erreichen der Abreisstemperatur

Brennstoff: Versuchsprobe 10/17  
Versuchs-Nr. 125



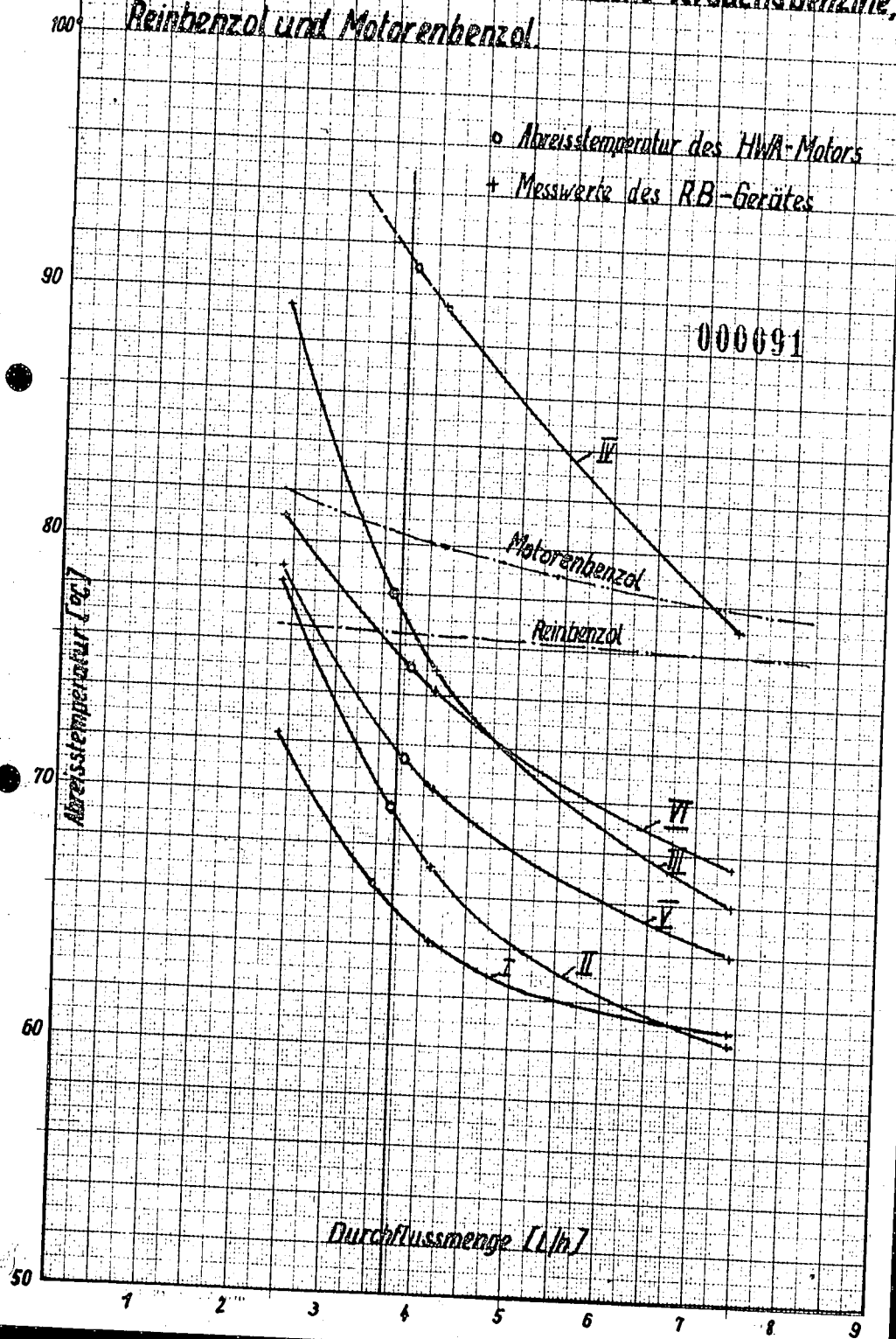
006690

Abb. 3

K.Pr. 176

Ruhrbenzin A.G.

Abreisstemperaturkurven für verschiedene Versuchsbenzine,  
Reinbenzol und Motorenbenzol



U. *Rudolf Benzler, Aktiengesellschaft*  
*Oberhausen-Kolten*

Oberhausen-Kolten, den 5. September 1940

Prüfstand  
schb/vi.

000092

9  
- V e r s u c h s b e r i c h t - P. 102

Überladeprüfung am NSU 501 OSL - Motor.

Im Herbst 1938 wurde die Aufgabe in Angriff genommen, ein Überladepfverfahren in einem Kleinmotor zu entwickeln mit dem Zweck, Fliegerkraftstoffe zu prüfen. Durch die Prüfung im Kleinmotor soll die erforderliche Probemenge herabgesetzt und die Überladepfung überhaupt verbilligt werden, -gegenüber der Prüfung in dem relativ kostspieligen BMW 132-Ein-zylindermotor. Eine hinreichende Übereinstimmung mit der Bewertung in diesem Motor, der z. Zt. für das RLM maßgebend ist, war anzustreben. Als Versuchsmotor wurde der serien-mäßige NSU 501 OSL Motor gewählt. Von Schmidt-Ringeteck-versuchen war bekannt, dass dieser Motortyp besonders gegen-thermische Beanspruchungen ausserordentlich widerstandsfähig ist. Die Entwicklungsarbeit an dem neuen Prüfverfahren kann nunmehr als bis zu einem gewissen Grade abgeschlossen betrachtet werden.

Die Prüfung der Überladefähigkeit erfolgt in ähnlicher Weise wie bei dem von der DVL entwickelten Verfahren im BMW 132-Motor:

Bei verschiedenen Krennstoff-Luftverhältnissen wird beobachtet, welche Leistung, bzw. welcher Ladedruck mit einem bestimmten Kraftstoff an der Klopfgrenze erreichbar ist. Dabei wird Drehzahl, Ansauglufttemperatur, Zündpunkt, Kühlung des Zylinders, Öltemperatur konstant gehalten. Der Klopfbeginn wird durch Abhören durch den Beobachter festge-stellt. Bei der DVL Überladeprüfung wird der Zündzeitpunkt variiert, die übrigen Größen werden ebenfalls konstant ge-halten.

Die Gemischbildung in unserem Prüfmotor erfolgt durch Ein-spritzung des Kraftstoffes ins Ansaugrohr zu Beginn des Saughubes. Beim BMW 132-Motor wird in den Zylinder eingep-ritzt. Das Einspritzverfahren, d. h. die Anordnung der Düse

und der Leitungen für die Gemischbildung mussten erst entwickelt und die Daten für die Einspritzzeiten festgelegt werden. Der Motor ist mit Bosch-Einspritzpumpe (PZ 1/80 V 619a) und Bosch-Einspritzdüse (4T Bosch DV 194a) ausgerüstet. Diese Düse wurde nach unseren Angaben angefertigt.

Der Ladedruck für die Überladung wird durch einen Wittig-Kompressor erzeugt, der durch einen Elektromotor angetrieben wird. Zwischen Kompressor und Motor ist ein Nachkühler mit Ölabscheider für die Luft, dahinter regelbare Heizwiderstände mit denen verschiedene Ansauglufttemperaturen eingestellt werden können, angeordnet. Für wenig klopfste Kraftstoffe können die Ansaugdrücke mittels einer Drosselklappe unter Atmosphärendruck gebracht werden. Der Ansaugdruck wird hinter dieser Klappe gemessen.

Zur Beschleunigung des Messverfahrens wird das Brennstoffluftverhältnis mit Hilfe des DVL-Abgasprüfers beobachtet. Die genaue Zusammensetzung des Brennstoffluftgemisches wird aus der Messung der Ansaugluft und des verbrauchten Kraftstoffes bestimmt.

Die Leistungsmessung erfolgt in üblicher Weise mit einer Wasserkirbelbremse. Beim Starten werden Bremse und Motor mittels eines Riementriebes durch einen Elektromotor angeworfen.

Die Vorversuche mit Überladung zeigten, dass an dem serienmäßigen NSU-Motor noch eine Reihe von Änderungen erforderlich waren. Diese bezogen sich auf die Abdichtung des Zylinderkopfes und des Ansaugrohres, auf die Kurbelwelle, auf die Auswahl der Zündkerzen, die Erhöhung des Verdichtungsverhältnisses, die Messung des Zündzeitpunktes, Erzielung eines ausreichend kräftigen Zündfunken und auf die Kupplung zwischen Motor und Bremse. Um unliebsame Schwingungen und damit Förderstörungen zu vermeiden, musste das gesamte Brennstoffsystem auf der Saugseite der Einspritzpumpe unter einem Druck von 1-2 atü gesetzt werden, was wieder Schwierigkeiten in Bezug auf die Abdichtung mit sich brachte.

Nach diesen Änderungen ist es möglich mittlere Drücke von über 19 kg/cm<sup>2</sup> zu fahren, was etwa das Dreifache der nor-

maler Beanspruchung dieses Motors ausmacht. In Bezug auf den spez. Brennstoffverbrauch und den zulässigen Luftüberschuss werden ausgezeichnete Werte erzielt, woraus zu schliessen ist, dass die Frage der Gemischbildung sehr gut gelöst ist. Im Gebiet des Luftmangels liegt der Verbrauch heute durchweg unter 200 gr/PSch. Es wurden Bestwerte von etwa 180 gr/PSch gemessen. Bei einem Luftüberschuss von mehr als 50% ist noch eine einwandfreie Verbrennung möglich. Störungen treten dann allerdings durch schnelle Oxidation des Auslassventils ein. Die Laufzeiten bis zur Berholung haben bis zu 50 Betriebsstunden unter ständiger Belastung durch Überladung betragen. Schäden an Pleuelwelle, Kupplung, Zylinderkopfdichtung, Auslassventil sind natürlich auch jetzt noch nicht grundsätzlich zu vermeiden.

Nachdem eine gewisse Sicherheit gegen mechanische Störungen und einwandfreie Gemischbildung und Verbrennung erzielt war, galt es festzustellen, wie weit durch geeignete Wahl der Betriebsbedingungen eine Angleichung der Ergebnisse an die des BMW 132 Motors, welcher heute für das RLM massgebend ist, erzielt werden kann. Es wurde dabei der Einfluss verschiedener Verdichtungsverhältnisse, Ansauglufttemperatur, Zündpunkteinstellungen, Drehzahlen, Zündkerzen, verschiedenen ausgebildeter Auslassventile und der Führung des Einluftstromes geprüft. Über den Einfluss dieser Faktoren auf die Leistungskurven der Kraftstoffe wird später berichtet. Diese Versuche sind noch nicht abgeschlossen.

Um die Übereinstimmung zwischen BMW 132 und RLU 501 GDL-Motor möglichst weit zu treiben und ihren Stand festzulegen, werden mit der DVL Vergleichsversuche mit insgesamt 17 verschiedenen Kraftstoffen durchgeführt. Die Daten der Verfahren der DVL und die vorläufig festgelegten der RLU sind in der Tabelle 1 einander gegenüber gestellt. Ein Vergleich der bis jetzt ermittelten Kurven zeigt, dass heute schon eine verhältnismässig gute Übereinstimmung zwischen den beiden Motoren erzielt wird, wenn man berücksichtigt, dass es sich um ganz verschiedene Konstruktions- und Motorabmessungen handelt. Die Versuche zu Erzielung einer weiteren Angleichung sind noch im Gange. In der nächsten Zeit werden die Vergleichsversuche



von etwa 30 Kraftstoffen aus dem Entwicklungsprogramm des Hauptlaboratoriums der RAG geprüft werden.

Für unsere Zwecke erscheint das neue Verfahren schon bei dem heutigen Stande sehr wertvoll. Die Beurteilung der Kraftstoffe auf ihre Überladefähigkeit erfolgt wesentlich zuverlässiger, als dies durch die früher übliche Bestimmung der Motor-Oktananzahl möglich war. Es hat sich herausgestellt, dass die Motor-Oktananzahl nur einen sehr rohen Anhalt für die Überladefähigkeit zu liefern vermag.

Die Überladeprobe kann mit 3-4 ltr vorgenommen werden, während für eine Überladekurve in einem Motor 25 ltr angefordert werden. Die Prüfung erfordert praktisch nicht mehr Zeit als eine Oktananzahlbestimmung (etwa 1 Stunde). Unsere Arbeiten in dieser Richtung scheinen von allgemeiner Interesse zu sein, wie aus den Nachfragen der DVA und der IG-Farbenindustrie hervorgeht.

W. Frank

000096

Tafel 1

Vergleich der Überladeprüfverfahren DVL und RB

	DVL	RBH	
Motor	BMW 132-N	MSU 501 052	
Zylinderzahl	1	1	
Bohrung	155	80	mm
Hub	160	99	mm
Hubvolumen	3,076	0,494	ltr
Verdichtungs- verhältnis	1:6	1:7	
Kühlung	Luftkühlung	Luftkühlung	
Gemischbil- dung	Einspritzung im Zylinder	Einspritzung im An- saugrohr	
Einspritzbeginn	Saugbeginn	10° KV nach Saugbeginn	
Zündpunkt	veränderlich (- 30° v.o.T.)	konstant, 30° v.o.T. *)	
Drehzahl	1600	1700 *	U/min
Ansauglufttem- peratur	80 (50, 130)	80 *	°C
Bewertungsgröße	Ladedruck, pme bei Klopfbeginn (10 Schläge/min)	pme, Ladedruck bei Klopfbeginn (10 Schläge/min)	
Fezugsgröße	Luftüberschusszahl	Luftüberschusszahl	
Klopffmessung	Abhören	Abhören	

\*) Diese Größen werden im  
Laufe der weiteren Entwick-  
lung u.ä. noch verändert.

KPr 205

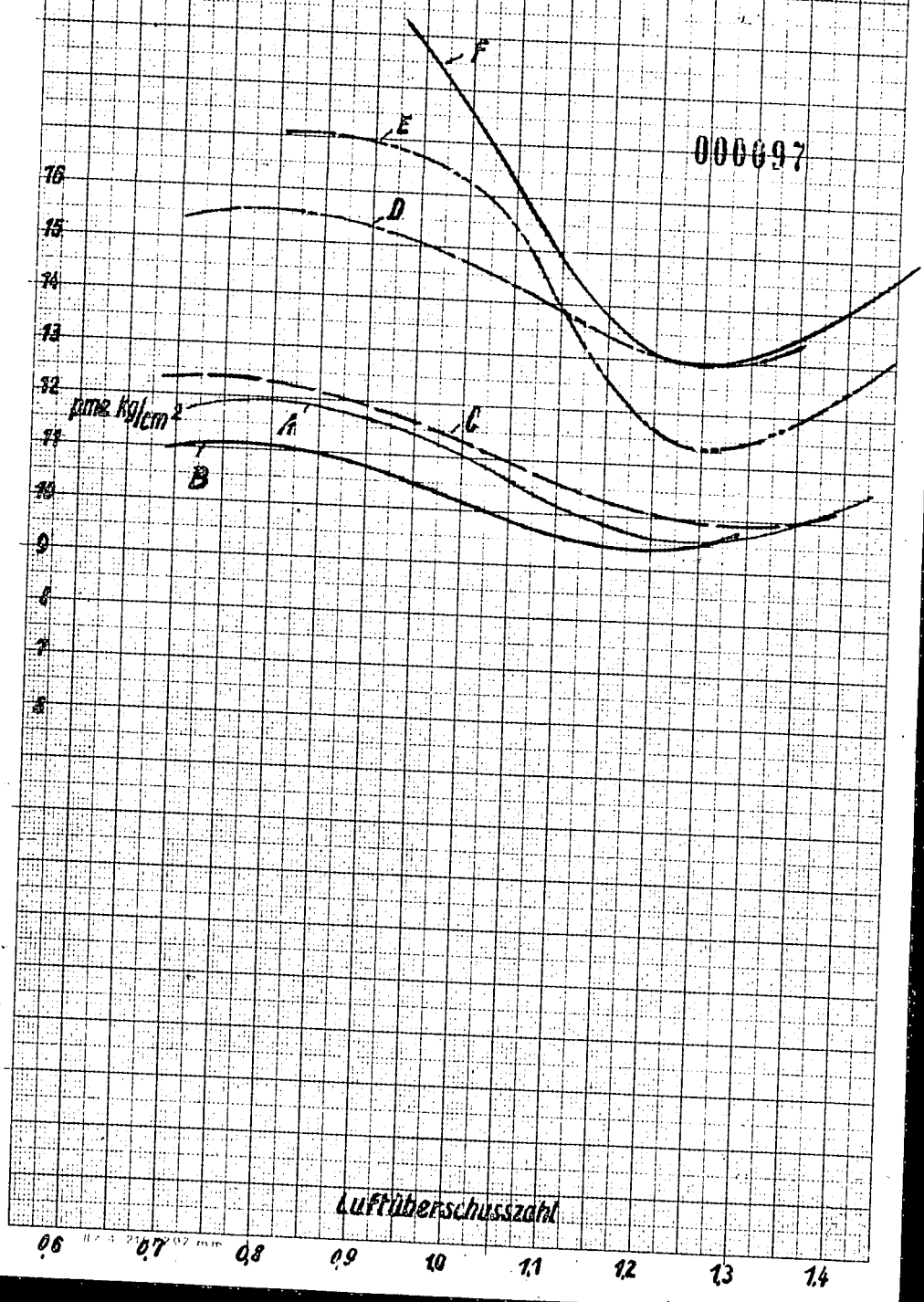
# Überladeprüfung NSU 501 OSL RB Prüfstand

Brennstoff DVL A-F

RB: Überladebedingungen  
Inletlufttemp. 80°C  
Drehzahl n = 1700 U/min

Datum: 12.20.8.40

000097



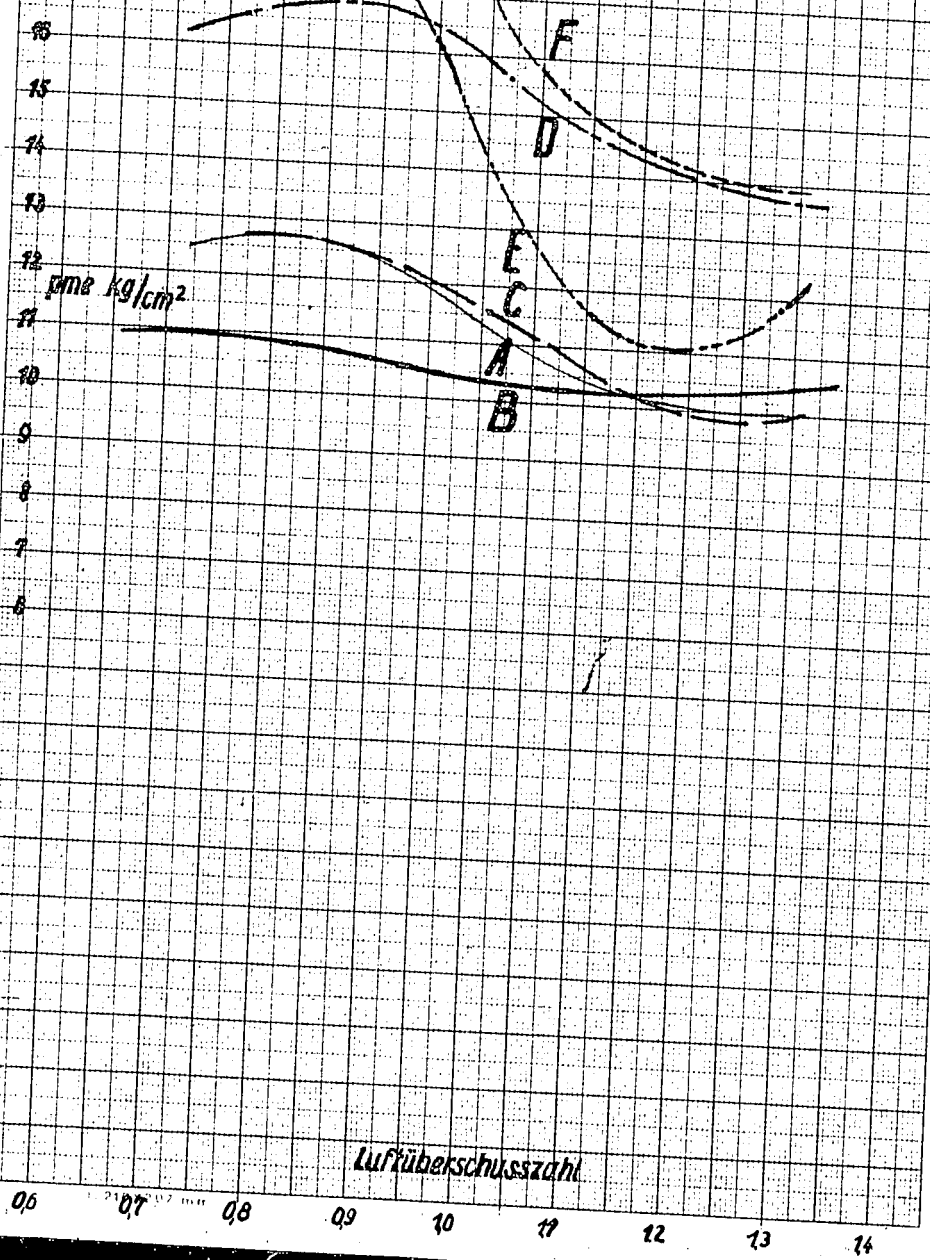
205

# Überladekurven der Kraftstoffe A-F

KPr 210

DVL-Überladebedingungen  
Ladelufttemp. 80°  
Drehzahl n = 1600 1/min.

000098



<b>RUHRBENZIN</b> Aktiengesellschaft Oberhausen-Holten	Vergleich von SS-Stoff mit anderen Dieselölen in Bezug auf Düsenver- koken.	Datum: 5.10.1940
	Abt. Prüfst. Schb/Vi	Seite 1
		Ber. Nr. P 103

10

000099

Versuchsmotor:

Für die Versuche wurde der vom Forschungsinstitut für Kraftfahrwesen der Technischen Hochschule in Stuttgart gebaute Prüfdieselmotor benützt. Der Motor arbeitet mit direkter Einspritzung. Eine Bosch 5-Lochdüse DL 150 S 16 sitzt zentral im Zylinderkopf. Der Abspritzdruck wird auf 150 atü eingestellt. Von den zwei Einlassventilen ist eines mit einem Schirm versehen, um Wirbelung im Verbrennungsraum hervorzurufen.

Durchführung der Versuche:

Bei den Versuchen wurde ein bestimmter Betriebszustand zu Beginn eingestellt und beobachtet, wann die Leistung um einen bestimmten Betrag, der auf 10% festgelegt war, abgesunken ist. Der Zylinderkopf wurde danach abgebaut und Düse und Verbrennungsraum nachgesehen. Der sogenannte Solexwert der Düse, der ein Mass für den Durchflusswiderstand gibt, wurde vor und nach dem Versuch festgestellt. Als Bezugsgrösse für die Laufzeit bis zum Leistungsabfall wurde die Temperatur am Dichtungsring der Einspritzdüse benützt. In Vorversuchen wurde ermittelt, wie diese Temperatur durch Ändern der Betriebsbedingungen beeinflusst werden kann. Danach wurden für die eigentlichen Vergleichsversuche folgende Daten festgelegt:

Drehzahl = 1000 U/min, (teilweise 1200 U/min)

$p_{me} = 5 \text{ kg/cm}^2$

Einspritzbeginn =  $36^\circ$  v.o.T.

Kühlwassertemperatur:  $80^\circ\text{C}$

Öltemperatur:  $70^\circ\text{C}$

Verdichtungsverhältnis: 1:12 (teilweise 1:12)

Als Versuchskraftstoffe wurden benützt:

1. SS Stoff ( 3079 )

2. RCH-Dieselöl

3. Deurag Dieselöl.

Versuchsergebnisse:

Die bis jetzt vorliegenden Versuchsergebnisse gehen aus Abbildung KPr 218 hervor. Diese Versuche sind an sich

m: 5.10.1940

e 1

nr. P 103

99

stitut für  
ttgart  
tet mit di-  
o S 16  
wird auf  
n ist  
Verbren-

iebszu-  
die  
festge-  
danach  
en. Der  
den  
n Ver-  
zeit bis  
lungs-  
urde  
Be-  
wurden  
Daten

gehen  
an sich

**RUHRBENZIN**

Aktiengesellschaft  
Oberhausen-Holtten

Abt. Prüfst. Schb/Vi.

Seite 2

Ber. Nr. P 103

000100

noch nicht abgeschlossen. Sie lassen aber offenbar erkennen, dass die Verkokungsneigung beim SS-Stoff im ganzen nicht grösser ist, als bei den anderen verglichenen Dieselölen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass das verglichene RCH-Dieselöl in Bezug auf Disenverkoken gegenüber anderen Gasölen bekanntlich ein besonders günstiges Verhalten aufweist.

Die Versuche zeigen, dass es für das Verkoken bei gleichem Kraftstoff eine Düsentemperatur gibt, bei welcher die Laufzeit bis zum Leistungsabfall ein Minimum erreicht und dass sowohl bei höheren als auch bei niedrigen Temperaturen der Verkokungsvorgang langsamer erfolgt.

Der Charakter der Verkokung kann je nach dem Betriebszustand und je nach dem Kraftstoff ganz verschieden sein. Beim SS-Stoff wurde zum Beispiel beobachtet, dass die bei der höheren Temperaturen entstandenen Ablagerungen wesentlich weicher und flockiger (russartig) waren, als die bei Temperaturen unterhalb von etwa 175°. Bei den niedrigen Temperaturen war der gebildete Koks krustenartig und auf der Düse festgebacken. Beim RCH-Dieselöl waren die Ablagerungen ebenfalls weich und flockig, ähnlich wie beim SS-Stoff. Der Charakter der Ablagerungen beim Deurag-Dieselöl unterschied sich grundsätzlich von dem des RCH-Dieselöl und des SS-Stoffes. Hier waren die Ablagerungen aussen an der Düse bei einem Leistungsabfall von 10% wesentlich geringer. Die Ablagerungen schienen von innen auszugehen, sodass ein Teil der Düsenbohrungen verstopft war, ohne dass aussen ein nennswarter Belag zu sehen war. Die Ablagerungen in den Düsenbohrungen waren derartig hart und fest, dass die feinen Bohrer nicht in die Löcher eindringen und die Düsen häufig nach einem einzigen Versuch weggeworfen werden mussten. Der Unterschied im Charakter der Ablagerungen zeigt sich auch bei der Prüfung des Solexwertes. Während bei dem Deurag-Dieselöl der Durchflusswiderstand der Düse wesent-

000101

lich verschieden war von dem Anfangswert vor und nach dem Versuch, wurde beim SS-Stoff und beim RCH-Dieselöl häufig beobachtet, dass trotz einwandfrei festgestelltem Leistungsabfalls und ausserlich starker Verkokung der Düse deren Durchflusswert nicht wesentlich verändert war. Der Leistungsabfall scheint also nur dadurch hervorgerufen worden zu sein, dass die Ausbildung des Strahles ausserhalb der Düse, durch den angesetzten Koks beeinträchtigt und der Leistungsabfall durch schlechtere Verteilung des Brennstoffes auf die Luft bedingt war. In einem solchen Falle ist die Verkokung natürlich viel harmloser als wenn die Düsenbohrungen regelrecht verstopft sind. Diese Ergebnisse, die zwar noch kein abschliessendes Urteil über das Verhalten des SS-Stoffes gestatten, lassen erwarten, dass, wenn nicht gerade ständig in dem ungünstigen Temperaturbereich gefahren wird, keine besonderen Schwierigkeiten wegen Düsenverkokens in der Praxis auftreten.

*W. H. A. H.*

103

and nach  
Diesel-  
festge-  
er Ver-  
entlich  
o nur  
Aus-  
den  
gsab-  
fes  
e ist  
die  
Er-  
teil  
ssen  
er un-  
e

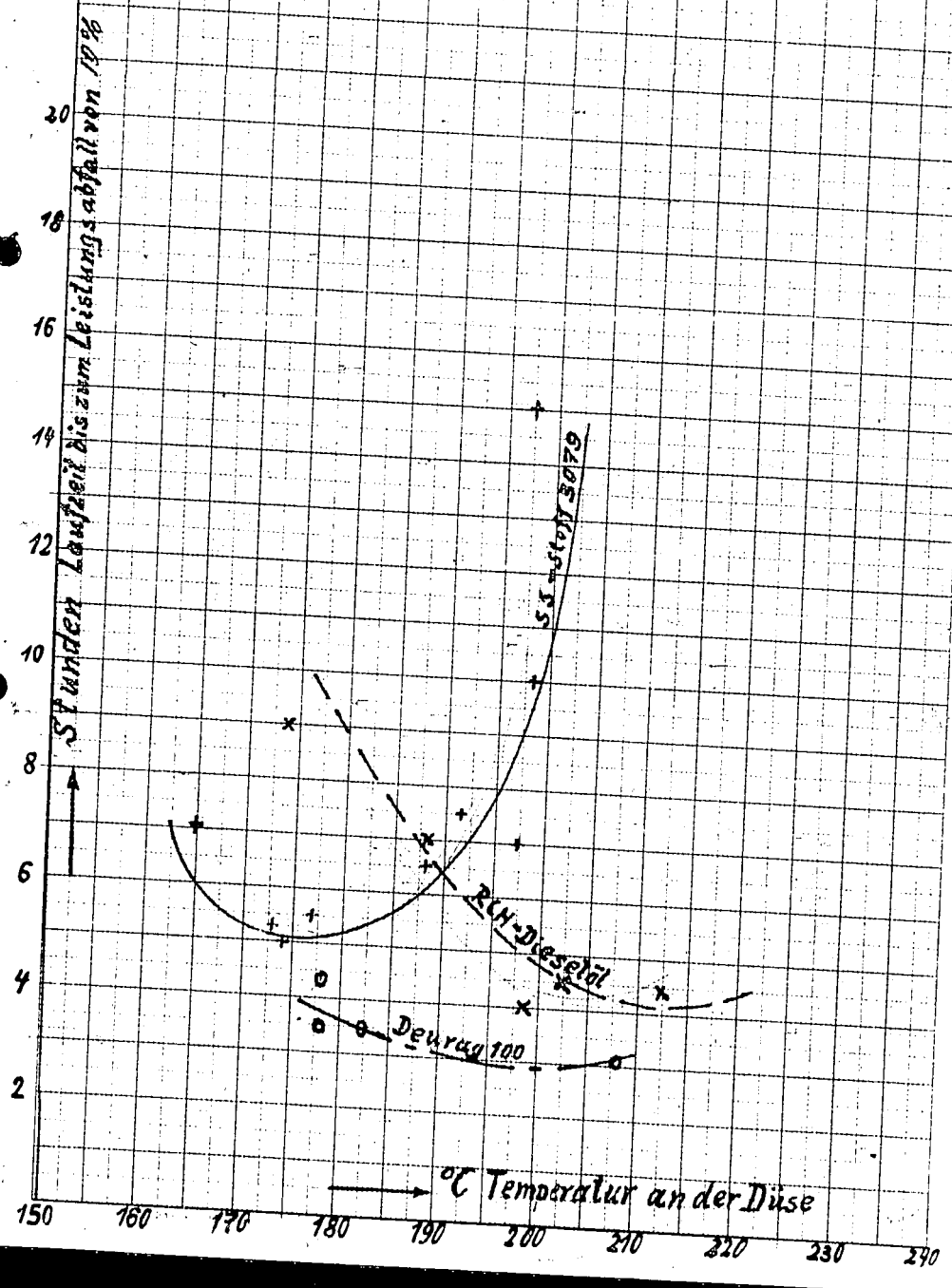
# Kamm-Dieselmotor Verkokungsversuche R.B. Prüfstand

KPr. 218

Düse: DL 150 S/607

Datum: Sept. 40

000102





KPr 218

**RUHRBENZIN**  
Aktiengesellschaft  
Oberhausen-Holten

Datum: 9.12.40

Abt. Prüfst. Schb/Vi

Ber. Nr. P 104



Versuche mit Kraftstoffen verschiedener Dichte.

Die vom Motor angesaugte Kraftstoffmenge hängt vom Düsenquerschnitt und Strömungswiderstand innerhalb des Vergasers, von der Dichte und Zähigkeit des Kraftstoffes und vom Druckgefälle zwischen Vergaser und Ansaugrohr ab. Das Druckgefälle wird vom Kraftstoff beeinflusst, dadurch, dass sich je nach dessen Dichte der Flüssigkeitsspiegel im Vergaser verschieden hoch einstellt.

Versuche im IG-Klopfmotor.

Vor längerer Zeit wurden am IG-Klopfmotor des Ruhrbenzin-Prüfstandes Messungen über die Abhängigkeit der angesaugten Kraftstoffmenge von der Dichte des Kraftstoffes durchgeführt. Dieser Motor war für die Versuche gut geeignet, weil der Flüssigkeitsstand im Schwimmergehäuse durch Ändern der Höhe des Ventils in der Schwimmerkammer beliebig verstellbar und beobachtet werden konnte. Der Motor lief bei den Versuchen ohne Zündung und wurde elektrisch mit konstanter Drehzahl angetrieben.

Die Durchflussmenge wurde zunächst in Abhängigkeit vom Kraftstoffstand im Schwimmergehäuse ermittelt. Dieser wurde durch Verändern der Höhe des Schwimmerventils eingestellt. Die gemessenen Werte sind in Zahlentafel 1 und Abbildung 1 aufgeführt.

Zahlentafel 1.

Stündlich angesaugte Kraftstoffmenge abhängig vom Kraftstoffstand im Schwimmergehäuse für Kraftstoffe verschiedener Dichte. IG.-Klopfmotor.

000103

Kraftstoffstand gegenüber Düsen- oberkante mm	stündlicher Kraftstoffdurchfluss					
	ltr/h			kg/h		
	1 d <sub>15</sub> =0,681	2 0,795	3 0,884	1 0,681	2 0,795	3 0,884
- 10	0,523	0,450	0,435	0,355	0,375	0,385
0	0,715	0,645	0,592	0,490	0,510	0,523
+ 10	0,873	0,805	0,736	0,593	0,640	0,650

**RUHRBENZIN**  
Aktiengesellschaft  
Oberhausen-Holtan

Prüfst. Schb/Vi  
Abt.:

Versuche mit Kraftstoffen ver-  
schiedener Dichte.

Datum: 9.12.40  
Seite 2

Ber. Nr. P 104

Steigender Kraftstoffspiegel im Vergaser bedeutet grösseres Druckgefälle und bewirkt somit erhöhte Durchflussmenge. Für gleichen Flüssigkeitsstand wurden stündlich umso weniger Volumeneinheiten angesaugt, je höher das spez. Gewicht des Kraftstoffes ist. Dieser Abfall ist aber geringer, als dem reziproken Wert der Dichte entspricht, sodass der Durchfluss in Gewichtseinheiten gemessen mit dem spez. Gewicht ansteigt. Dies geht aus Abbildung 2 für verschiedene Flüssigkeitsstände hervor. Die Ergebnisse stehen im Einklang mit den Gesetzen für Ausströmung aus Düsen und Blenden.

Für den praktischen Betrieb im Fahrzeug ist es von grossem Interesse, wie sich der Durchfluss bei gleichbleibendem Schwimmerventil verhält. In diesem Falle stellt sich der Kraftstoffspiegel bei spez. schwerem Kraftstoff niedriger, als bei spez. leichtem ein, und der Abfall des volumenmässigen Durchflusses mit steigendem spez. Gewicht ist deshalb noch steiler, als bei dem Vergleich unter gleichem Flüssigkeitsstand, wie er oben beschrieben wurde. Unter diesen Bedingungen war sogar eine gewichtsmässige Abnahme der Durchflussmenge mit steigender Dichte festzustellen. In Zahlentafel 2 und Abbildung 3 sind die Ergebnisse wiedergegeben.

Zahlentafel 2.

Stündlich angesaugte Kraftstoffmenge bei Kraftstoffen verschiedener Dichte und veränderten Schwimmerventil.

Kraftstoff	spez. Ge- wicht 15°C	Kraftstoff- stand im Schwimmergehäuse	stündl. Durchfluss	
			ltr/h	kg/h
1	0,882	-8	0,353	0,311
2	0,768	-4	0,440	0,338
3	0,715	-4	0,479	0,343
4	0,682	-3	0,538	0,367

Versuche im Opel Olympia-Motor:

000104

An einem Opel Olympia 1,5 ltr Motor wurden auf dem Prüfstand der Ruhrbenzin ebenfalls Versuche mit Kraftstoffen verschiedener Dichte durchgeführt. Die Versuchseinrichtung gestattete während des Betriebes direkt von einen auf den anderen Kraftstoff

**RUHRBENZIN**  
Aktiengesellschaft  
Oberhausen-Holten

Versuche mit Kraftstoffen verschiedener Dichte.

Datum: 9.12.40  
Seite 3

Abt.: Prüfst. Schb/V.

Ber. Nr. P 104

000105

überzugehen. Auf diese Weise konnte sehr anschaulich festgestellt werden, wie sich Leistung und Verbrauch auf Grund des Kraftstoffwechsels bei gleicher Motoreinstellung änderten. Die verwendeten Kraftstoffe hatten folgende spez. Gewichte und Oktanzahlen:

Nr.	Kraftstoff	spez. Gewicht 15°C kg/ltr	OZ
1	Synthesebenzin, verbleit	0,680	74
1a	"	0,671	74
2	Benzin-Benzolmischung	0,787	83
2a	"	0,794	83

Einige charakteristische Messungen sind in der Zahlentafel 3 zusammengestellt.

Zahlentafel 3.

Leistungs- und Verbrauchswerte bei Kraftstoffen verschiedener Dichte bei gleicher Motoreinstellung.  
Opel Olympia-Motor.

Kraftstoff	Teil-last-nadel	Drehzahl U/min	mittl. eff. Druck kg/cm <sup>2</sup>	Leistung PS	stündl. Verbr.		spez. Verbrauch		
					ltr/h	kg/h	Vol. cm <sup>3</sup> /RSh	Gew. g/RSh	Wärme kcal/RSh
1	2o	2180	6,51	23,65	10,14	6,89	429	291,8	3095
2	" (fett)	2165	6,48	23,4	9,18	7,22	392,2	308,6	3095
1	0	2162	5,91	21,21	7,56	5,14	356	242	2570
2	"	2158	5,82	20,92	6,69	5,27	320	252	2530
	nor-mal								
1a	0	2132	3,52	12,47	5,19	3,48	416	279	3010
2a	"	2126	3,49	12,36	4,84	3,85	392	311	3080

Je 2 einander entsprechende Versuche sind dabei untereinander geschrieben. Die Versuche erfolgten bei einer Drehzahl von etwa 2200 U/min. Das Ergebnis bestätigt die früher im IG-Motor gemach-

**RUHRBENZIN**  
Aktiengesellschaft  
Oberhausen-Holten

Versuche mit Kraftstoffen ver-  
schiedener Dichte.

Dat. 9.12.40  
Seite 4

Prüfst. Schb/Vl.  
Abt.:

Ber. Nr. P 104

000106

ten Beobachtungen, wenn auch zahlenmässig die Verhältnisse nicht genau dieselben waren. Dies dürfte durch die Unterschiede der Vergaser der beiden Motoren bedingt sein. Es zeigte sich wieder, dass volumenmässig von dem schweren Kraftstoff wesentlich weniger durchfloss. Gleichzeitig trat eine geringfügige Leistungsabnahme ein. Der Verbrauch in ltr/PSH war demnach bei dem schwereren Kraftstoff geringer. Die Differenz war aber hier im Gegensatz zum IG-Motor nicht so gross, dass der Unterschied der spez. Gewichte ausgeglichen wurde, sodass der Verbrauch in Gewichtseinheiten gemessen, höher war als bei dem leichten Kraftstoff. Dieser Mehrverbrauch entsprach etwa dem Unterschied der Heizwerte, sodass der in Wärmewerten gerechnete spez. Verbrauch bei beiden Kraftstoffen praktisch gleich war.

Die Versuche wurden bei 2 verschiedenen Brosselklappenstellungen und bei verschiedenen Einstellungen der Teillasthadel des Opelvergasers, wodurch das Kraftstoff-Luftverhältnis beeinflusst wird, durchgeführt. Die beschriebenen Verhältnisse der Verbräuche wurden dadurch nicht nennenswert geändert. Auch mit geänderter Vorzündung wurden praktisch keine anderen Verhältniswerte erzielt.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass beim Übergang von einem spez. leichten auf einen schweren Kraftstoff die vom Motor bei gleicher Drehzahl und in gleichen Zeiten angesaugte Kraftstoffmenge in Volumeneinheiten gemessen geringer wird; beim IG-Motor war sie auch in Gewichtseinheiten gemessen geringer, dagegen beim Opel Motor grösser. Die Leistung sinkt um einen geringfügigen Betrag. Der spez. Kraftstoffverbrauch /PSH ist bei spez. schwerem Kraftstoff in Volumeneinheiten niedriger, in Gewichtseinheiten höher und in Wärmewerten ebenso gross als bei leichterem. Diese Verhältnisse können zahlenmässig anscheinend je nach der Vergaserausbildung verschieden sein.

Normalerweise werden diese Unterschiede keine Änderungen an den Vergasern erforderlich machen. Ist jedoch bei grossen Unterschieden des spez. Gewichtes ein Ausgleich der verschiedenen angesaugten Kraftstoffmengen und des Leistungsunterschiedes herbeizuführen, dann ist für schweren Kraftstoff der Schwimmer schwerer oder die Kraftstoffdüse grösser zu nehmen, oder die Verbindung zwischen Schwimmerventil und Schwimmer so

40  
o4  
icht  
r Ver-  
, dass  
durch  
ein.  
tstoff  
tor  
e-  
essen,  
ch  
wärme-  
k-  
el-  
l-  
lt-  
-  
t.  
tber-  
le  
agte  
eim  
da-  
i  
i  
r-  
-

**RUHRBENZIN**  
Aktiengesellschaft  
Oberhausen-Holten

Versuche mit Kraftstoffen ver-  
schiedener Dichte.

Datum: 9.12.40  
Seite 5

Abt. Prüfst. Schb/Vi.

000107

Ber. Nr. P 104

zu ändern, dass dieser bei geschlossenem Ventil in eine höhere Lage kommt. Falls der Motor für einen schweren Brennstoff auf höchste Leistung eingestellt ist, kann beim Übergang auf einen wesentlich leichteren der Kraftstoffverbrauch zu hoch werden und entgegengesetzte Massnahmen sind zu ergreifen. Diese Änderungen müssten für jede Vergaser- und Motortype auf dem Prüfstand festgelegt werden, da die durch verschiedene Kraftstoffdichte verursachten feinen Unterschiede im Fahrzeug nicht mit ausreichender Genauigkeit wahrzunehmen sind.

*W. Lamb*

m: 9.12.40

e 5

Nr. P 104

höhere  
ff auf  
f einen  
erden und  
derungen  
and fest-  
te verur-  
chender

KPr 233

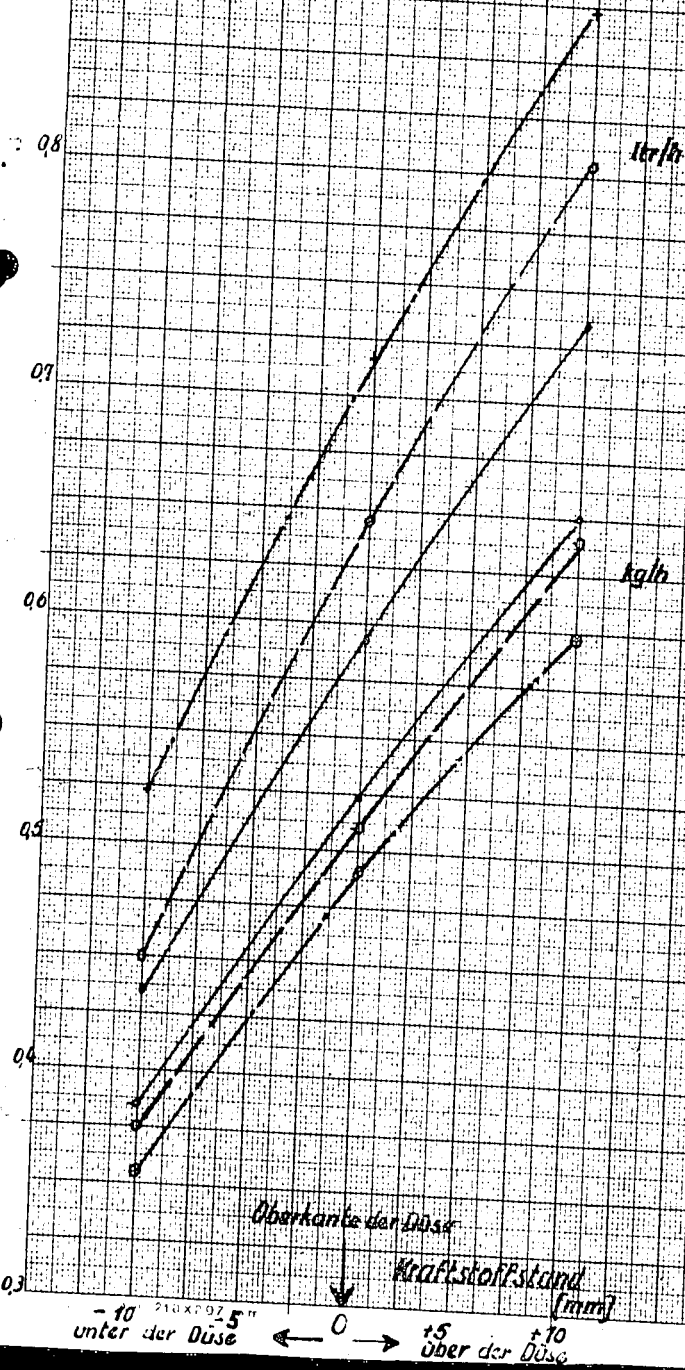
RB-Prüfstand

Abbildung 1 zum Bericht P 104

Stündlicher Durchfluss von verschiedenen schwarzen Kraftstoffen abhängig vom Kraftstoffstand im Schwimmergehäuse (durch Verstellen des Schwimmerventils reguliert)

JG-Klopfmotor

Bo	0,384
Kral	0,285
AK Benzin	0,667



max 2

233

nd

19

215

884

205

667

KPr. 234

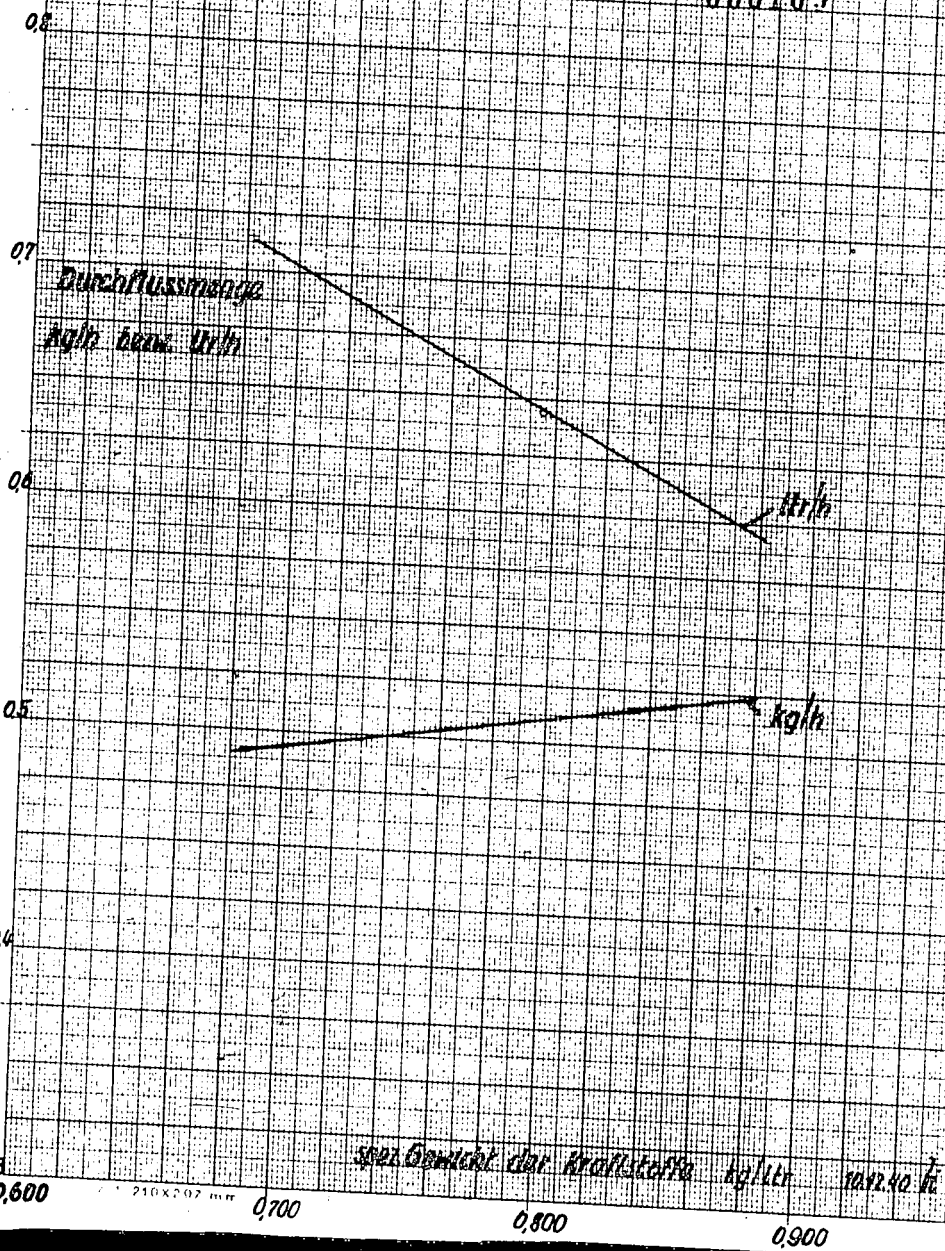
RB-Prüfstand

Abbildung 2 zum Bericht P104

Rundlicher Durchfluss von verschiedenen schweren Benzinarten abhängig vom spez. Gewicht bei gleichem Flüssigkeitsstand im Schwammgehäuse (oberer Kante der Düse)

35 - Klapfmotor

000109



15

0.600

0.700

0.800

0.900

spez. Gewicht der Kraftstoffe kg/ltr

1012.40 kg

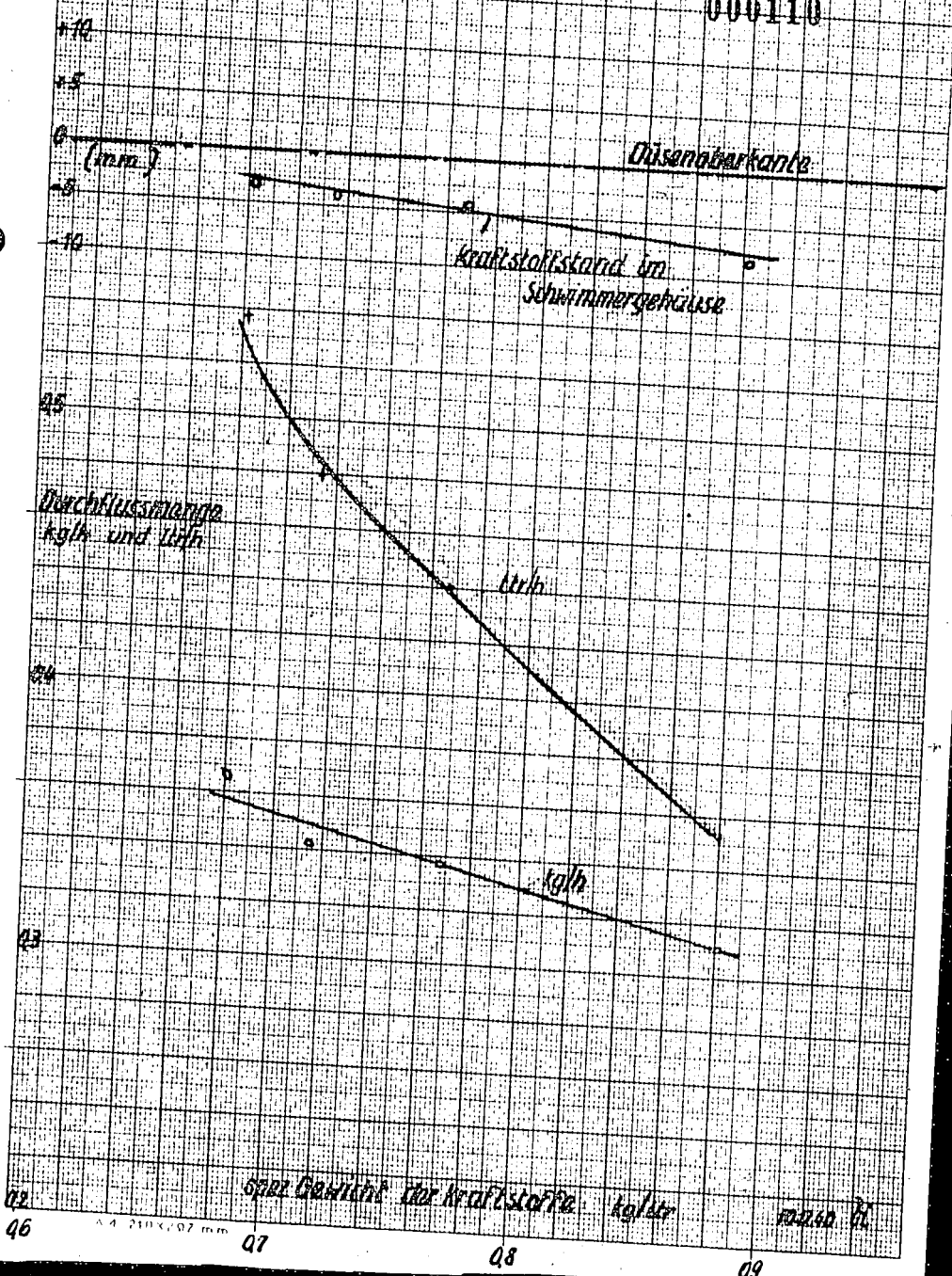
KPr. 234  
fstand  
ängig  
ehäuse

Abbildung 3 zum Bericht P104 RB-Prüfstand  
Durchfluss und Kraftstoffspiegel im Schwimmergehäuse abhängig von  
spez Gewicht bei unverändertem Vergaser  
JG-Klopfmotor

KPr. 235

RB-Prüfstand

000110



192.90

46

07

08

09



**RUHRBENZIN**  
Aktiengesellschaft  
Oberhausen-Holten

Abt. Prüfst. Schb/V 1.

Datum: 14.12.40  
Seite 1

Ber. Nr. P 105

12

Die Entwicklung eines motorischen Prüfverfahrens für Flugmotorenschmieröle im NSU 501 OSL-Motor.  
000111

Einer der wichtigsten Gesichtspunkte bei der Beurteilung eines Flugmotorenschmieröls ist die Neigung zum Ringstecken. Da bis jetzt kein Laboratoriumsverfahren bekannt ist, das eine einigermaßen sichere Aussage über diese Eigenschaft gestattet, ist man auf die motorische Erprobung angewiesen. Die Beurteilung aufgrund des Versuches im Motor ist durch die Vielzahl, der ausser dem Öl auftretenden Einflüsse erschwert, und erst in den letzten Jahren sind - besonders auf Veranlassung des RLM - Prüfverfahren für Flugöle entwickelt worden, die brauchbare Ergebnisse liefern. Verfahren des RLM.

Eine wichtige Prüfung des RLM erfolgt in dem bekannten Flugmotoren-Einzylinder BMW 132 N. Hierbei wird unter genau festgelegten Betriebsbedingungen in Bezug auf Drehzahl, Belastung und Temperatur bis zum beginnenden Ringstecken gefahren. Dies macht sich durch einen geringfügigen Leistungsabfall und eine entsprechende Kraftstoff-Verbrauchserhöhung bemerkbar. Über die Bedingungen, die bei diesem Prüfverfahren eingehalten werden, habe ich in der Aktennotiz 331 vom 16.7.40 berichtet. Für einen solchen Versuch werden etwa 20 kg Schmieröl benötigt. Wenn diese Prüfung günstig verlaufen ist, wird das Öl-Muster für eine 100-stündige Erprobung im Vollmotor zugelassen und darauf erst erfolgt die Zulassung zum Flugbetrieb.

Entwicklung einer motorischen Prüfung.

Für die Entwicklung unserer Flugöle war es erforderlich Bewertungsgrundlagen durch eigene Versuche zu bekommen, die denen der amtlichen Verfahren des RLM möglichst entsprechen. Vor 2 Jahren wurde bei uns mit der Entwicklung eines eigenen Prüfverfahrens in einem Kleinmotor begonnen. Es bot den Anreiz der Billigkeit, der leichteren Bedienung und der besseren Beherrschung der Betriebszustände, sowie einer wesentlich geringeren Probemenge gegenüber dem Betrieb im Flugmotoreneinzylinder. Als Versuchsmotor wurde der NSU 501 OSL Motorrad-Motor gewählt. Bei unserer Entwicklungsarbeit waren die Angaben, die wir von der DVL (v. Philippovich) über einen ähnlichen, dort eingeschlagenen Weg erhalten haben, sehr wertvoll.

um: 14.12.40  
e 1  
Nr. P 105  
für Flug-  
urteilung  
ken. Da bis  
einiger-  
ist man  
aufgrund  
dem Öl  
Jahren  
für  
ern.  
ekannt  
au festge-  
ng und  
macht sich  
echende  
ngen, die  
der Akten-  
werden  
verlaufen  
Vollmo-  
flugbetrie-  
rderlich  
e denen  
2 Jahren  
rens in  
t, der  
etriebs-  
enüber dem  
der  
sarbeit  
er einen  
rtvoll.

**RUHRBENZIN**  
Aktiengesellschaft  
Oberhausen-Holten

Prüfst. Schb/Vi  
Abt.:

Die Entwicklung eines motorischen  
Prüfverfahrens für Flugmotoren-  
schmieröle im NSU 501 OSL Motor.

Datum: 14.12.40  
Seite 2

000112

Ber. Nr. P105

Eine Reihe der anfänglich aufgetauchten Schwierigkeiten dürfen heute als überwunden gelten.

So ist es nach vielen Versuchen gelungen, eine geeignete Kupplung zwischen Motor und Bremse zu finden, welche die auftretenden Ungleichförmigkeiten aufzunehmen vermag und eine genügend lange Lebensdauer aufweist.

Die ursprünglich nach kurzen Laufzeiten auftretenden Brüche der serienmässigen, mit Keilnuten versehenen linken Achse der Kurbelwelle, sind heute ebenso wie an unserem Überladeprüfstand vermieden durch die Verwendung einer nach unseren Angaben hergestellten Achse ohne Keilnuten und mit Konusverbindung.

Eine einwandfreie Abdichtung des Zylinderkopfes bei den ungewöhnlich hohen Temperaturen konnte durch besondere Bearbeitung der Dichtungsfläche erzielt werden, nachdem eine Reihe anderer Versuche nicht zum Ziele führten.

Zur Verbesserung der Abdichtung des Stößelrohres am Zylinderkopf, sowie der Kipphebel wurden ebenfalls besondere Massnahmen vorgenommen. Der Austritt der linken Kurbelwellenachse aus dem Kurbelgehäuse wird mit einem Simmerring abgedichtet.

Um mit synth. Fahrbenzin (verbleit) bei den hohen Temperaturen und Belastungen ohne Klopfen fahren zu können, wurde die Verdichtung durch eine Zwischenscheibe unter dem Zylinder herabgesetzt.

Zur Verringerung der Temperaturen und der dabei auftretenden korrosiven Schäden am Auslassventil, wird jetzt ein von der Fa. Teves sonderangefertigtes, salzgefülltes Ventil verwendet.

Die normalen, von Mahle gelieferten Kolben wurden zur besseren Beobachtung des Ringfestgehens nach Angaben der DVL am mittleren Teil des Schafts eingedreht und mit zusätzlichen Ölbohrungen versehen.

Wegen der hohen Temperaturen werden besondere, für Flugmotoren bestimmte Zündkerzen verwendet.

Durchführung des Prüfverfahrens.

Zur Beurteilung eines Öles führen wir mehrere Versuche unter verschiedenen Temperaturzuständen, die durch Verändern der Kühlluftmenge eingestellt werden, durch. Drehzahl, Belastung, Kraftstoffverbrauch, Kraftstoff bleiben möglichst gleich. Es wird beobachtet, wann die Kolbenringe sich festzusetzen beginnen.

4.12.40

105

rfen

geeig-  
ie auf-  
entügend

rden  
Achse  
rühstand  
erge-

bei den  
bei-  
an-

am  
Mass-  
e aus

wurde  
r

ftre-  
on  
det.  
zur  
am  
ab-

suche  
der  
wird

### RUHRBENZIN

Aktiengesellschaft  
Oberhausen-Holten

Abt. Prüfst-Schb/V1

Die Entwicklung eines motorischen  
Prüfverfahrens für Flugmotoren-  
schmieröle im NSU 501 OSL-Motor.

000113

Datum: 14.12.40

Seite 3

Ber. Nr. P 105

Dies wird daran erkannt, dass die aus dem Verbrennungsraum am Kolben entlang in das Kurbelgehäuse abblasende Gasmenge ansteigt, was an einem Staugerät beobachtet und auf einem Mehrfarbenschreiber registriert wird.

Es ergibt sich dabei eine Abhängigkeit der Laufzeit vom Temperaturzustand des Motors. Die richtige Wahl der Bezugstemperatur ist für die Auswertung der Ergebnisse von grosser Bedeutung und in sofern schwierig, als die Temperaturverteilung über Zylinder und Zylinderkopf sich von Versuch zu Versuch ändern kann, während die eigentlich interessierende Temperatur, nämlich die der Kolbenringpartie bis jetzt nicht gemessen werden kann. Zur Verfolgung des Temperaturzustandes werden die Temperatur am Zündkerzensitz, sowie die Zylindertemperaturen zwischen der 1. und 2. Kühlrippe an 4 gleichmässig auf den Umfang verteilten Stellen mit Thermoelementen gemessen. Ausserdem werden die durch ein Kühlsystem einzustellende Öleintritts- und die -Austrittstemperatur beobachtet. Die Temperaturen werden von einem Sechsfarbenschreiber als Kontrolle der Aufzeichnungen des Versuchspersonals registriert. Bei der DVL wird die Temperatur der Zündkerze allein betrachtet, während wir mit einem Mittelwert der gemessenen Zylinder- und Zündkerzentemperaturen die eindeutigsten Ergebnisse erzielen.

Für die Messungen wurden zunächst eine Drehzahl von 3000 U/min und ein mittl. effektiver Druck von  $7,28 \text{ kg/cm}^2$  gewählt. Später wurde die Drehzahl von 3000 auf 2000 U/min herabgesetzt, das Drehmoment beibehalten. Eine Versuchsreihe wurde noch bei 2000 U/min und einem mittl. effekt. Druck von etwa  $5,5 \text{ kg/cm}^2$  durchgeführt. Durch die Herabsetzung der Drehzahl auf 2000 U/min wird die Laufzeit bis zum Ringstecken nicht wesentlich verlängert. Die Maschine wird jedoch geschont und ihre Lebensdauer erhöht. Ausserdem entspricht diese Drehzahl derjenigen der RLM-Prüfung im BMW 132 N-Motor. Die DVL führte ihre Versuche am NSU-Motor bei einer Drehzahl von 3500 U/min durch. Derartig hohe Drehzahlen dürften nach unseren Erfahrungen für die Beherrschung und Genauigkeit des Messverfahrens nicht günstig sein.

Ausser der Neigung zum Ringstecken wird bei jedem Versuch der Verschleiss beobachtet. Zylinder und Kolben werden genauestens ausgemessen und der Gewichtsverlust der Kolbenringe festgestellt. Die Alterung wird an Hand von Proben verfolgt, die in Abständen

**RUHRBENZIN**Aktiengesellschaft  
Oberhausen-Holten

Abt. Prüfst. Schb/Vi.

Die Entwicklung eines motorischen  
Prüfverfahrens für Flugmotoren-  
schmieröle im NSU 501 OSL-Motor.

000114

Datum: 14.12.40

Seite 4

Ber. Nr. P 105

von 3 Stunden der Öldruckleitung entnommen und analysiert werden.  
Für einen Versuch ist eine Probe von 2-ltr. Schmieröl erforderlich.

Die Reproduzierbarkeit der Versuchszeiten bis zum Ring-  
stecken litt insbesondere unter der schnellen Änderung der axialen  
Kolbenringspiele, die durch das schnelle Ausschlagen der Kolben-  
ringnuten im Kolben bedingt waren. Dieser Faktor wurde dadurch  
ausgeschaltet, dass von der Fa. Teves Kolbenringe bezogen wurden,  
die höher sind als die normalen, sodass das genaue axiale Lauf-  
spiel von 0,05 mm durch vorsichtiges Abschleifen dieser Ringe  
für jeden Versuch eingestellt werden kann, entsprechend dem je-  
weiligen Zustand der Kolbenringnuten. Bei der jetzt gebräuchlichen  
niedrigen Drehzahl schlugen sich die Ringnuten ausserdem wesent-  
lich langsamer aus als früher. Für jeden Versuch werden neuen  
Ringe eingesetzt, denen keine besondere Einlaufzeit gewährt  
wird. Als Ringe werden, wie bei den früheren Versuchen, Topringe  
verwendet.

Erprobungsläufe, die bei den E.-Stellen des RLM in  
Rechlin und Travemünde mit 2 unserer synth. Öle im BMW-132 Motor  
stattfanden, ergaben eine mit unserer NSU-Prüfung gut überein-  
stimmende Bewertung im Vergleich zu Rotring D. Hierüber wird noch  
ausführlicher berichtet.

**Zusammenfassung.**

Nach zweijähriger Entwicklungsarbeit ist eine aus-  
reichende Reproduzierbarkeit unserer Ergebnisse erzielt, sowie eine  
Übereinstimmung mit der Beurteilung im BMW 132 N-Motor erkennbar.  
Interessant erscheint, dass die DVL in der letzten Zeit ihre Arbei-  
ten am NSU-Motor eingestellt und sich der Entwicklung eines neuen  
Verfahrens an einem 2-Taktmotor zugewandt hat. Dieses neue Verfahren  
wird heute von der DVL propagiert. Trotzdem wurde uns von dieser  
Seite empfohlen, unsere bisherige Prüfung beizubehalten, nachdem  
wir einen derartig befriedigenden Stand der Versuchstechnik erreicht  
haben (Vergl. Aktennotiz vom 14.12.40).

**Verteiler:**

H. Prof. Dr. Martin  
H. Dir. Dr. Hagemann  
E. Dr. Tramm  
H. Dr. Schaub

*W. A. A. B.*

**RUHRBENZIN**  
Aktiengesellschaft  
Oberhausen-Holten

Abt. Prüfst. Schb/Vi

Datum: 20.12.40

Ber. Nr. P 106

13

Motorische Prüfung einiger Flugöle im NSU-Flugöl-Prüfmotor.

**000115**

Bei der im Bericht P 105 geschilderten Entwicklung eines geeigneten Verfahrens zur Prüfung von Flugölen, wurden bis jetzt annähernd 100 motorische Versuche mit verschiedenen Ölen durchgeführt. Der grösste Teil dieser Versuche wurde bis jetzt nicht zu einer Bewertung der verwendeten Öle benutzt, da sie in erster Linie der Vervollkommnung des Verfahrens dienten, und ihre Ergebnisse als Anfangsversuche stark streuen. Die anfänglichen Unsicherheiten waren durch verschiedene Einflüsse, wie Änderung des axialen Ringspiels und unbeherrscht wechselnde Temperaturzustände am Zylinder bedingt.

Vergrössertes axiales Ringspiel erlaubt dem Kolbenring eine heftigere Bewegung innerhalb der Nut, wodurch der Zeitpunkt des Festgehens hinausgeschoben wird. Die Nuthöhe vergrössert sich während des Laufes umso schneller, je grösser das Spiel ist. Von einem bestimmten Ringspiel ab wird aus diesem Grunde unabhängig von der Versuchstemperatur überhaupt kein Festgehen der Ringe mehr beobachtet. Auf diese Weise sind bei einer Reihe von Versuchen zu lange Laufzeiten festgestellt worden,<sup>\*)</sup> da die Möglichkeit, die Ringe auf ein festgelegtes Ringspiel nachzuschleifen, erst später geschaffen wurde.

Zu kurze Laufzeiten ergaben sich mehrfach bei den ersten Versuchen mit neuen Kolben. Hier gingen die Ringe nicht durch Ölkohle-Ablagerungen fest, sondern dadurch, dass leichtes Pressen des Kolbens an der Ringstegpartie eintrat, und die Ringe durch den weichgewordenen Kolbenwerkstoff festgebacken wurden. Die Versuche sind in Abbildung KPr 238 mit einem (n) versehen.

Nachdem nun eine verhältnismässig grosse Zahl von Versuchsergebnissen vorliegt, soll doch versucht werden, auch auf die Eigenschaften der bei den ersten 50 Versuchen verwendeten Öle Schlüsse zu ziehen. Die Charakterisierung dieser Öle ist in der Tabelle 1 nach Angaben des HL vorgenommen:

Alle Versuche wurden bei 3000 U/min und einem mittl. effektiven Druck von  $7,28 \text{ kg/cm}^2$  gefahren. Einzelheiten über die Versuchsdurchführung sind im Versuchsbericht P 105 beschrieben.

<sup>\*)</sup> Solche Werte sind in Abb. KPr 238 mit sp bezeichnet.

**RUHRBENZIN**Aktiengesellschaft  
Oberhausen-HoltenMotorische Prüfung einiger Flug-  
öle im NSU-Flugöl-Prüfmotor.

Datum: 20.12.40

Seite 2

Abt. Prüfst. Schb/Vl.

Ber. Nr. P 106

Tabelle 1

000116

1.	Rotring D	mineralisches Flugöl	
2.	Grünring	"	
3.	1650	synthetisches "	HL-Synthese, Al-Cl <sub>3</sub> nachbe- handelt
4.	1711	" "	" unbehandelt, Rück- standsöl
5.	2893	" "	1711 + Phentiazin
6.	1709	" "	HL-Synthese normal, Al-Cl <sub>3</sub> nachbehandelt.
7.	1722	" "	1709 + β-Thionaphtol (0,3%)
8.	1710	" "	HL-Synthese, extrem mit Al- Cl <sub>3</sub> nachbehandelt
9.	2913	" "	1710 + Phentiazin
10.	1647	mineral. Kraftwagenöl	HWA

Das Ringstecken.

Die Ergebnisse über die Laufzeiten bis zum Ringstecken sind in der Abbildung KPr 238 aufgetragen. Bei den mit Pfeil nach oben versehenen Werten waren die Ringe am Ende des Laufes noch lose. Die Laufzeitkurve für Rotring D steigt nach links steil an. Die Kurve für Grünring verläuft ähnlich, aber flacher. Das Wiederansteigen mit steigender Temperatur ist angedeutet, aber nicht als absolut sicher zu betrachten. Bei den Läufen mit synth. Ölen streuten die Ergebnisse stärker. Daran dürften weniger die Öle als der Stand der Versuchstechnik Schuld sein. Die Neigung zum Ringstecken ist insgesamt wesentlich geringer als bei den verglichenen mineralischen Ölen. Unterschiede der Laufzeiten bis zum Ringstecken auf Grund der verschiedenen Nachbehandlungsverfahren und der zugesetzten Inhibitoren lassen sich nicht erkennen.

Ölverbrauch.

Die Ölverbräuche schwankten, wie Abbildung KPr 239 zeigt stark. Im Durchschnitt waren die der synth. Öle etwas niedriger als die von Rotring D und Grünring. Die mittleren Unterschiede waren jedoch geringer als die normalen Streugrenzen, sodass die

20.12.40  
 106  
 nachbe-  
 handelt  
 elt, Rück-  
 1-Cl<sub>3</sub>  
 elt.  
 0,3%)  
 mit Al-  
 elt  
 ng-  
 Pfeil  
 noch  
 an.  
 der-  
 als  
 treu-  
 der  
 ken  
 ra-  
 uf  
 tzten  
 239  
 r-  
 phie-  
 lie

**RUHRBENZIN**

Aktiengesellschaft  
 Oberhausen-Holten

Motorische Prüfung einiger Flug-  
 öle im NSU- Flugöl- Prüfmotor.

Datum: 20.12.40

Seite 3

Abt. Prüfst. Schb/Vi

000117

Ber. Nr. P 106

Schlüsse auf den Ölverbrauch mit Vorsicht zu betrachten sind.  
 Der Ölverbrauch zeigt die Tendenz mit der Temperatur am Zylinder anzusteigen. Dies ist verständlich, da umso mehr Öl in den Verbrennungsraum gelangt und verloren geht, je dünner es an der Zylinderlaufbahn ist. Natürlich wird der Ölverbrauch noch von einer Reihe anderer Einflüsse bestimmt.

Verschleiss.

Als Masstab für den Verschleiss soll der auf 100 Std. bezogene Gewichtsverlust der Kolbenringe betrachtet werden. Die gemessenen Werte sind in Abbildung KPr 240 abhängig von der Versuchsdauer aufgetragen. Die zugehörigen mittleren Zylindertemperaturen und der Ölverbrauch sind ebenfalls zu jedem Versuchspunkt aufgetragen. Man erkennt, dass bei diesen kurzen Versuchszeiten der Einlaufzustand der Kolbenringe den Verschleiss entscheidend beeinflusst. Die Bedeutung der Zylinderwandtemperatur tritt daneben ganz zurück, wie auch spätere Versuche erwiesen haben. Auch der Ölverbrauch lässt im Gegensatz zu den Versuchen an den wassergekühlten Fahrzeugmotoren keinen Zusammenhang mit dem Verschleiss erkennen.

Die Öle Rotring D, Grünring und das synth., nachbehandelte Öl 1650 scheinen grössenordnungsmässig gleich zu liegen. Höher ist der Verschleiss bei den restlichen synth. Ölen, wofür kein Grund angegeben werden kann. Im allgemeinen besteht kein klarer Unterschied zwischen nachbehandeltem und nicht nachbehandeltem sowie inhiertem Öl. Der einzige Versuch mit nicht nachbehandeltem, aber inhiertem Öl (2893) zeigt einen extrem hohen Verschleiss. Dieser tritt gleichzeitig mit einem sehr niedrigen Ölverbrauch ein. Aber aus diesem Versuch sollten noch keine allgemeine Schlüsse auf das Verhalten nicht nachbehandelter, inhiertem Öle gezogen werden.

Ölalterung.

Bei der Betrachtung ist zunächst die Zunahme der Viskosität interessant. Sie kann im praktischen Betrieb unter besonders ungünstigen Bedingungen dadurch schädlich werden, dass sich Ölkamäle zusetzen und die Maschine durch Unterbrechen der Ölzufuhr gefährdet wird. Bei den untersuchten Ölen war die Viskositätssteigerung grössenordnungsmässig gleich. Die synth. Öle zeigen im Ver-

p. 12.40

106

atur am  
In den  
er  
einer

Std. be

ge-  
suchs-  
uren  
ge-  
Ein-

ganz  
er-  
ten

en.

delten

1-

sko-

rs

a-

re-

ger-

**RUHRBENZIN**

Aktiengesellschaft  
Oberhausen-Holten

Motorische Prüfung einiger Flug-  
öle im NSU-Flugöl-Prüfmotor

Datum: 20.12.40

Seite 4

Abt. Prüfst. Schb/Vl.

000118

Ber. Nr. P 106

gleich zu den mineralischen im allgemeinen nichts Auffallendes. Abb. KPr.241. Lediglich wieder bei dem Öl 2893 ergab sich eine besonders geringe Viskositätserhöhung. Der geringe Viskositätsanstieg ist dabei verknüpft mit einer verhältnismässig geringen Harz-Asphaltbildung und einem niedrigen Ölverbrauch. Gleichzeitig war der Verschleiss sehr hoch wie oben schon angegeben wurde. Dass bei geringerer Harz-Asphaltbildung der Verschleiss höher wird, ist auch schon bei den Versuchen an Kraftwagenmotoren beobachtet worden. Die bei den synth. Ölen gebildeten harz- und asphaltartigen Stoffe scheinen danach besonders schmierfähig zu sein, während sie im übrigen harmlos sind. Mit dem unbehandelten Öl konnte nur 1 Versuch durchgeführt werden. Die Viskositätszunahme war dabei durchaus normal, was im Gegensatz zu den Beobachtungen im Kraftfahrzeugmotor mit solchen Ölen steht.

Zusammenfassung.

Die verhältnismässig zahlreichen Versuche zur Entwicklung des Flugöl-Prüfverfahrens lassen in Bezug auf die Eigenschaften der verwendeten Öle mit Vorbehalt einige Schlüsse zu.

Die Neigung zum Ringstecken erscheint bei den synth. Ölen der RCH unabhängig von deren Herstellungs- und Behandlungsweise günstiger als bei den mineralischen Flugölen Motoring D und Grünring. Auch der Ölverbrauch ist im Mittel niedriger. Der Verschleiss, sowie die Alterungsziffern waren mit einer Ausnahme grössenordnungsmässig gleich, wie bei den mineralischen Ölen. Lediglich das unbehandelte, mit Phenthiazin versetzte Öl 2893 ergab hohen Verschleiss, bei gleichzeitig niedrigem Ölverbrauch und niedrigen Alterungsziffern. Aus diesem einzelnen Versuch lassen sich noch keine allgemeinen Schlüsse ziehen!

Bei Al Cl<sub>3</sub> nachbehandelten Ölen ist keine Wirkung im Motor durch Inhibitoren zu beobachten. Bei nicht nachbehandelten zeigte sich ein Einfluss, der allerdings durch weitere Versuche bestätigt werden müsste. Die synth. Öle, über die hier berichtet wurde, können heute als durch die Proben 1773 und 1774 überholt gelten. (Vergl. Bericht P. 107)

Verteiler:

- H. Prof. Dr. Martin
- " Dir. Dr. Hagemann
- " Dr. Tramm
- " Dr. Schaub

*W. Schaub*

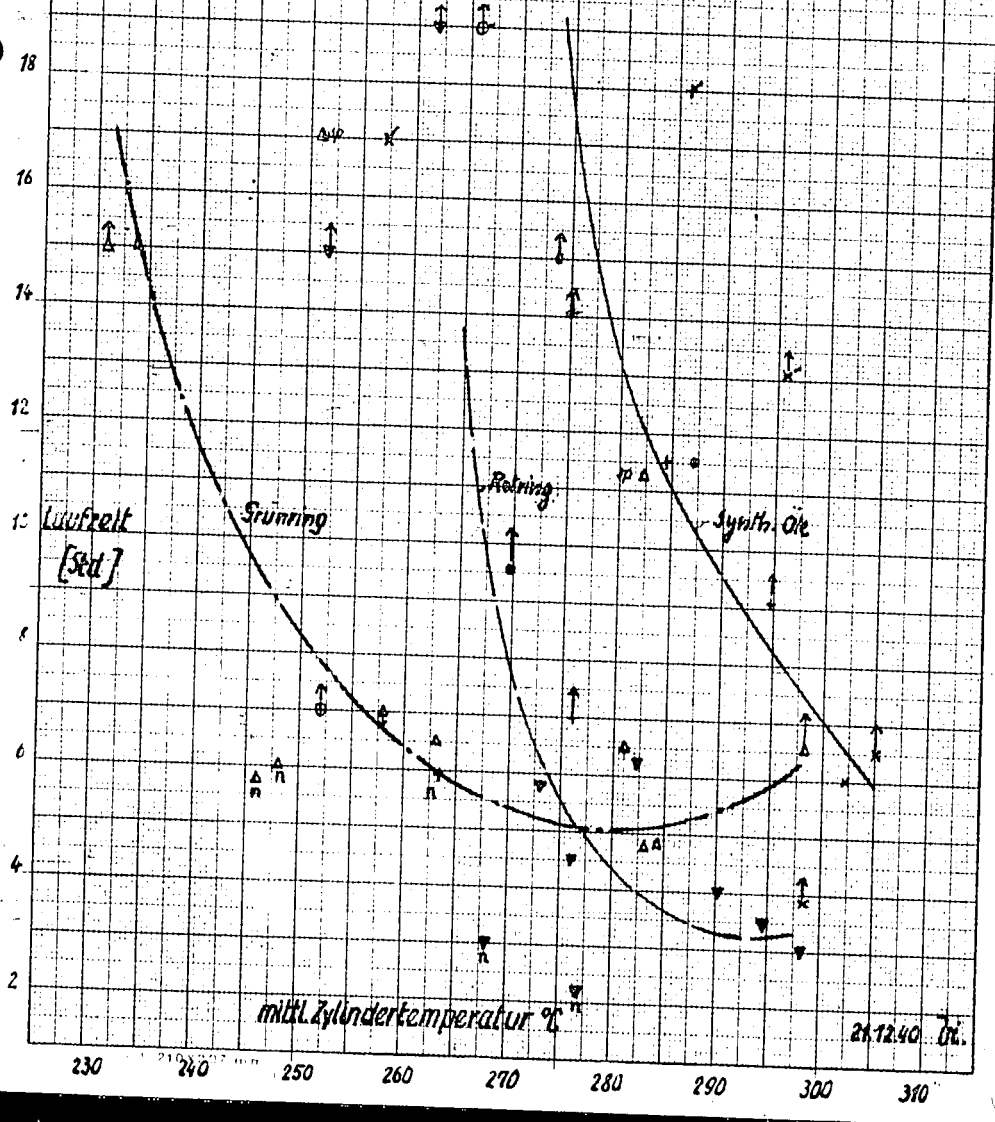


40  
5  
Abb.  
ers  
dabe  
g und  
hr  
phäl  
chen  
bil-  
am  
sko-  
Beob-  
er  
der  
i-  
ch  
e  
te,  
.  
rt  
nen  
-

Flugölprüfung NSU 501 OSL - Motor KPr 238  
RB Prüfstand  
Laufzeit bis zum Ringstecken für verschiedene Öle abhängig von  
der mittleren Zylindertemperatur  
(zwischen 1. und 2. Rippe)

000119

- 1690
- ⊙ 1711
- ⊗ 1702
- ⊕ 1719
- ⊖ 2893
- ⊗ 1722
- ⊕ 2913
- ⊖ Rotring
- ⊗ Grünring



21.12.40. Öl.

KPr 238  
 Prüfstand  
 gültig von

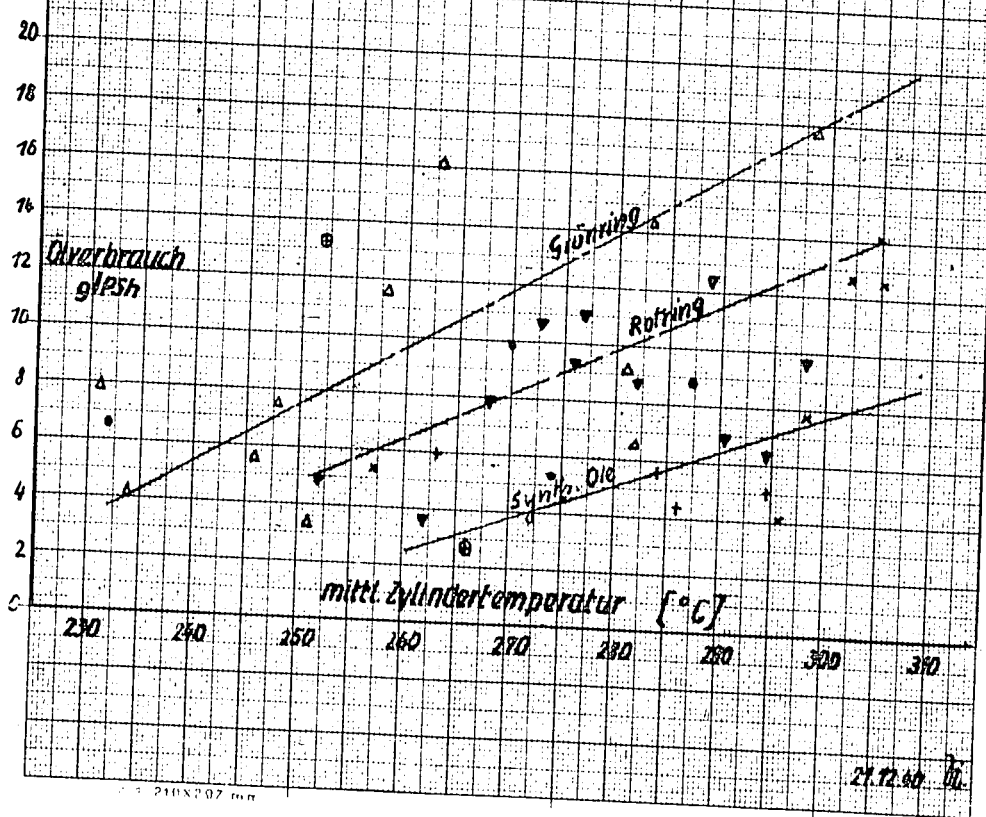
193  
 22  
 13

12.40 Öl.

Flugölprüfung NSU 501 QSL-Motor KPr 239  
 RB Prüfstand  
 Ölverbrauch für verschiedene Öle abhängig von der mittleren  
 Zylindertemperatur

000120

- 1630
- ⊙ 1711 2893
- x 1709 1722
- + 1710 2073
- ▽ Rotring
- △ Brünning



21.12.60 Öl.

239  
hand  
ren

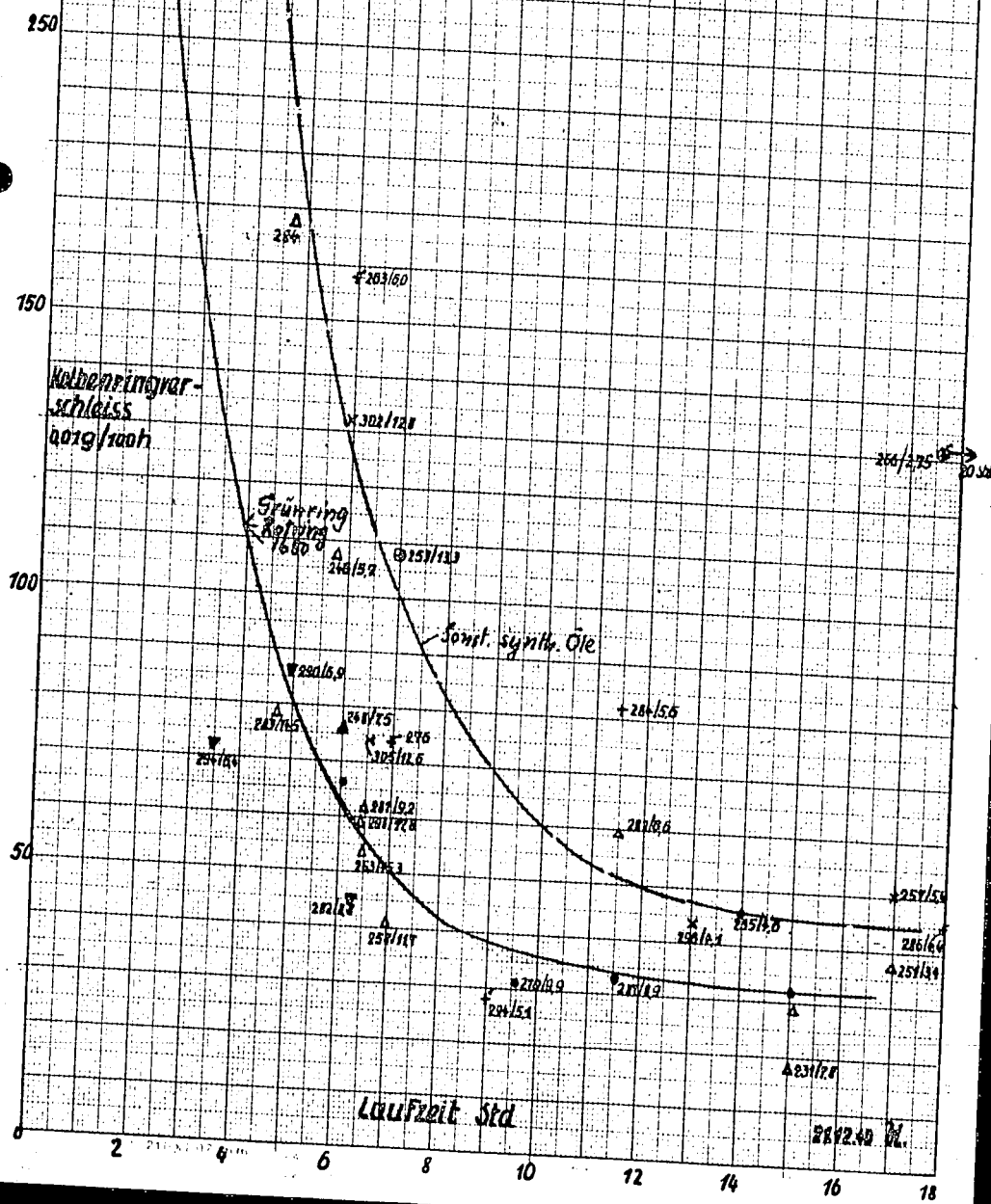
# Flugprüfung NSU 501 DSI-Motor RB Prüfstand

KP 240

Kolbenringverschleiss abhängig von der Versuchsdauer

000121

- 1711 ○ 1893
- \* 1709 \* 1722
- + 1710 + 1813
- ▽ Rotring
- △ Grüning
- 1650



240  
nd  
uchs.

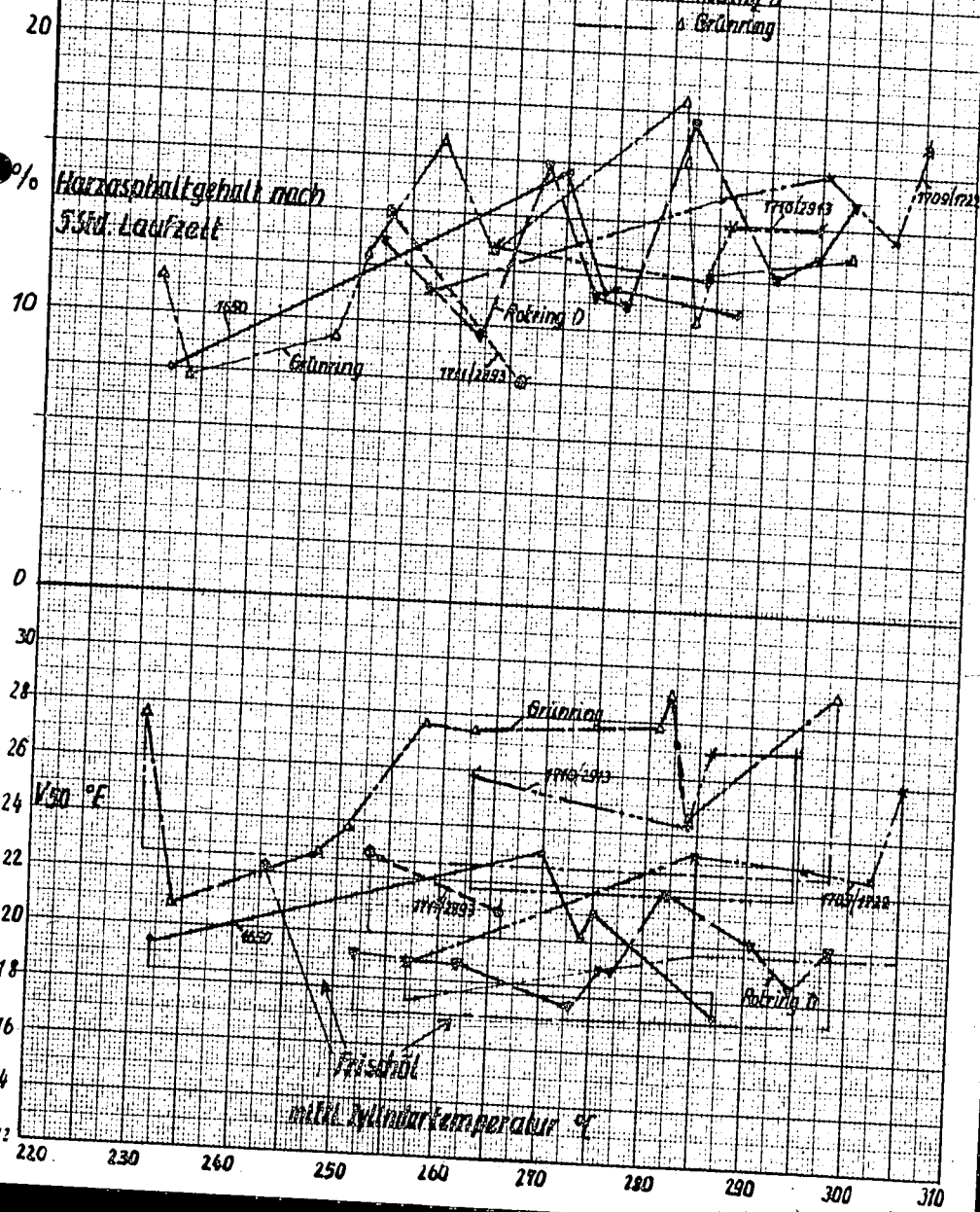
260/275 → 20.52

257/54  
286/64  
425/134

Flugprüfung NSU 501 QSL-Motor KPr. 241  
RB Prüfstand  
Harzasphaltgehalt und Viskosität nach 50 Laufstunden abhängig von  
der mittleren Zylindertemperatur

000122

- 1711 unbehandelt
- 2893 Phenithiazin
- △ 1709 + + nachbehandelt
- × 1722 β-Thionaphol
- 1710 schwach nachbehandelt
- ◇ 2873 Phenithiazin
- ◊ 1658
- ▽ Rotring D
- ◌ Grünring



000123

14

Motorische Prüfung synthetischer Flugöle mit niedriger Polhöhe im NSU - Motor.

Bei der Weiterentwicklung der Flugöle durch das Hauptlaboratorium wurde eine niedrige Viskositätspolhöhe angestrebt. Dies konnte mit gutem Erfolg erreicht werden, sodass die Polhöhen der zuletzt erprobten Öle durchweg bei 1,6 oder darunter lagen. Ausserdem wurde die Temperatur- und Sauerstoffbeständigkeit weiter verbessert. Hierüber wurde vom Hauptlabor verschiedentlich berichtet.

Es kamen bis jetzt fast ausschliesslich Al Cl<sub>3</sub> nachbehandelte Öle, die gegenüber nicht nachbehandelten Ölen über eine wesentlich bessere Stabilität verfügen, zur Motoren-Prüfung. Ein Teil der Öle war mit Phenthiazin versetzt. Dieser Inhibitor hat sich in den Laboratoriumstesten als sehr wirksam in Bezug auf die Erhöhung der Oxydationsbeständigkeit gezeigt. Vom Hauptlaboratorium wurden über die erprobten Öle folgende Angaben gemacht:

Öl:

- |         |  |
|---------|--|
| 1769    | HL-Synthese, Al Cl <sub>3</sub> nachbehandelt, ungebleicht.                                  |
| 1773    | = 1769, jedoch gebleicht   |
| SS 2005 |  |
| 1774    | = 1773, mit 0,1% Phenthiazin   |
| SS 2006 |  |
| 1814    | Al Cl <sub>3</sub> nachbehandelt, im Betrieb fertiggestellt.                                 |
| 1815    | = 1814, im Hauptlabor ein 2. Mal mit Al Cl <sub>3</sub> nachbehandelt                        |
| 1847    | HL-Synthese, Phenthiazin vor der Synthese zugesetzt, nicht Al Cl <sub>3</sub> nachbehandelt. |

Die Frischölanalysen gehen aus Tafel 1 hervor.

Die Öle 1773 und 1774 wurden unter der Bezeichnung SS 2005 und SS 2006 bei den Erprobungsstellen der Luftwaffe Rechlin und Travemünde, im BMW 132 N-Motor geprüft. Über diese Erprobung wurde in der Aktennotiz 330 und 331 vom 16.7.40 berichtet. Die Ergebnisse werden im folgenden mit unseren Versuchen verglichen. Die Öle 1814 und 1815 waren für eine Vollmotorenprüfung des RLM bestimmt. Ihre Eigenschaften sollten dem günstigen Verhalten der ersten Proben 1773 und 1774 möglichst entsprechen.

**RUHRBENZIN**  
Aktiengesellschaft  
Oberhausen-Holtten

Motorische Prüfung synthetischer  
Flugöle mit niedriger Polhöhe  
im NSU - Motor.

Datum: 24.12.40  
Seite 2

Abt. Prüfst. Schb/Vl.

Ber. Nr. P 107

Tafel 1

000124

	1769	1773	1774	1814	1815	1847	Rotring D
D <sub>20</sub>	0,853	0,853	0,853	0,853	0,853	0,860	0,890
V <sub>50</sub>	20,3	19,87	19,87	18,74	18,78	18,95	17,17
V <sub>100</sub>	3,41	3,34	3,34	3,23	3,23	3,37	2,62
V.P.H.	1,58	1,60	1,60	1,58	1,61	1,51	1,99
V. Index		114	114	114	114	119	92
Flammpunkt	312	307	308	305	312	298	273
Stockpunkt	-36,5	-33	-33	-47	-52	-39	-15
Verdampfbkt.	0,95	0,42	0,91	0,4	0,15		1,73
NZ	0,03	0,00	0,00	0,008	0,008	0,007	0,016
VZ	0,15	0,14	0,00	0,085	0,235	0,663	0,053
Conradsont.	0,141	0,167	0,161	0,084	0,094	0,185	0,295
Asche	0,005	0,005	0,006	0,003	0,003	0,00	0,000
Jodzahl	3,6	3,3	4,7	14,5	2,6	22,7	13,4
Benz.Unl.	0,040	0,000	0,019	0,021	0,020	0,013	0,029
Benzl.Unl.	0,001	0,000	0,008	0,005	0,015	0,003	0,010
Härtasphalt	0,039	0,000	0,011	0,006	0,005	0,010	0,019
Harzasphalt	2,60	0,97	1,19	1,78	1,270	3,75	1,38

Die erste Versuchsreihe mit den Ölen 1769, 1773 und 1774 wurde bei 3000 U/min und 12 PS gefahren. Die Messwerte können nicht ohne weiteres mit der späteren Serie, die bei 2000 U/min und 8 PS mit den Ölen 1773, 1814, 1815, 1847, durchgeführt wurden, verglichen werden. Da stets abwechselnd mit Rotring D gefahren wurde, können die mit diesem Öl erzielten Ergebnisse als Masstab benutzt werden. Bei der ersten Serie waren die Streuungen grösser als bei der letzten, bei welcher das Verfahren weiter verfeinert war.

Versuchsergebnisse:

Das Ringstecken.

Bei der ersten Serie zeigte sich das Öl 1774 in Bezug auf das Ringstecken Rotring D einwandfrei überlegen, wie aus Abbildung KPr 242 hervorgeht. Die Laufzeiten bis zum Ringstecken sind über den Mittelwert aus Zündkerzenring- und mittlerer Zylindertemperatur

**RUHRBENZIN**  
Aktiengesellschaft  
Oberhausen-Holten

Motorische Prüfung synthetischer  
Flugöle mit niedriger Polhöhe  
im NSU-Motor.

Datum: 24.12.40

Seite 3

Abt. Prüfst. Schb/Vl.

000125

Ber. Nr. P 107

aufgetragen. Die nach oben gerichteten Pfeile bei einigen Versuchspunkten bedeuten, dass die Ringe am Ende des Laufes noch lose waren. Die wenigen Werte, die mit 1769 und 1773 gefahren wurden, erscheinen infolge unaufgeklärter motorischer Einflüsse unsicher und wurden nicht gewertet.

Die analytischen Daten der Öle 1814 und 1815 entsprechen praktisch denen von 1773, 1774 oder erscheinen etwas günstiger, wie Tafel 1 zeigt. Trotzdem waren die Laufzeiten eindeutig ungünstiger als die von 1773. Dies ist in Abb. KPr. 243 dargestellt. Die Kurve der Versuchsdauer bis zum Ringstecken verläuft flacher als die von Rotring D, sodass bei einer bestimmten Temperatur eine Überschneidung eintritt, derart, dass bei höheren Temperaturen die Öle 1814 und 1815 günstiger, bei niedrigen ungünstiger liegen, als Rotring D.

Sehr günstig in Bezug auf das Ringstecken verlief der erste mit 1847 gefahrene Versuch. Weitere Versuche können diese Beurteilung allerdings noch verschieben.

#### Ölverbrauch.

Bei beiden Versuchsreihen betrug der Ölverbrauch von 1773 und 1774 nur etwa 50-60% gegenüber dem von Rotring (Abb. KPr 244). Die Öle 1814, 1815 und 1847 haben ebenfalls niedrigeren Ölverbrauch als Rotring ergeben, jedoch war hier der Unterschied geringer. Es ist noch unklar, welche Öleigenschaften den Verbrauch wesentlich beeinflussen. Eine gewisse Bedeutung dürfte der Viskosität bei höheren Temperaturen zukommen.

Es zeigte sich wieder, dass der Ölverbrauch annähernd geradlinig mit der Zylindertemperatur steigt. Ausserdem scheint bei nicht eingelaufenen Ringen, was für die kurzen Versuche zutrifft, der Ölverbrauch höher zu sein. Bei der niedrigeren Drehzahl der zweiten Versuchsreihe war der Ölverbrauch pro PSh praktisch gleich. Der Verbrauch in der Zeiteinheit verhielt sich proportional der Drehzahl.

#### Verschleiss.

Die durch die immer noch verhältnismässig stark streuenden Messwerte für den Kolbenabrieb zu ziehenden Kurven abhängig von der Versuchsdauer liegen bei beiden Versuchsreihen für Rotring I und die synth. Öle nahe beisammen (Abb. KPr 245 und KPr 246). Die synth. Öle erscheinen im ganzen etwas günstiger. Es ist noch nicht

**RUHRBENZIN**Aktiengesellschaft  
**Oberhausen-Holten**

Abt. Prüf. Schb./Vi

Motorische Prüfung synthetischer  
Flugöle mit niedriger Polhöhe im  
NSU - Motor

Datum: 24.12.40

Seite 4

Ber. Nr. P 107

000126

erklärt, von welcher Bedeutung die niedrige Polhöhe, und damit die höhere Viskosität bei hohen Temperaturen ist.

Klare Unterschiede zwischen den verschiedenen synth. Ölen in Bezug auf den Verschleiss können nicht beobachtet werden.

Bei der ersten Serie sind die Absolutwerte ein Vielfaches gegenüber der zweiten Serie, was nicht allein durch die höhere Drehzahl erklärt werden kann. Bei der Vielzahl der möglichen Einflüsse kann ein bestimmter Grund dafür nicht angegeben werden.

Alterung.

Zur Betrachtung der Alterung würden die Analysendaten des Öles nach 5 stündiger Laufzeit herangezogen. Der Anstieg der Viskosität und des Conradsonrestes war in der 1. Versuchsserie bei 1774 geringer als bei Rotring, umgekehrt verhielt sich die Harz-Asphaltbildung (Abb. KPr 247). Dieses Bild bestätigte sich auch bei der zweiten Versuchsreihe für die Öle 1814, 1815, 1773 und 1847, wie es in Abb. KPr 248 aufgetragen ist. Hier war die Viskositätszunahme bei den Ölen 1815, 1773 und 1847 praktisch zu vernachlässigen, während 1814 einen geringen Abfall der Viskosität nach einer Laufzeit von 5 Stunden ergab. Dies ist nicht durch das Öl, sondern dadurch bedingt, dass die sich zu Beginn eines jeden Versuches bildenden Kraftstoffkondensate das Schmieröl verdünnen, und dass die Viskosität stärker beeinflusst, als die natürliche Alterung des Öles. Die Harz-Asphaltbildung ist bei den synth. Ölen wiederum stärker als bei Rotring D und zwar am stärksten bei K 1815 und 1773. Umgekehrt ist der Conradsonrest bei Rotring D am höchsten, während die synth. Öle nahe zusammen liegen. Für den Conradsonrest und auch die Harz- und Asphaltbildung ist eine geringe Abhängigkeit von der Motortemperatur angedeutet. Im Durchschnitt ist die Tendenz dieser Werte mit steigender Temperatur steigend. Ein Zusammenhang zwischen Neigung zum Ringstecken und Conradsonrest oder Harz-Asphaltbildung ist den vorliegenden Messwerten nicht zu entnehmen.

Vergleich der RLM-Prüfungen mit den RB-Ergebnissen.

Die Erprobung im BMW 132 Motor ergab für die Öle 1773 und 1774 keine unterschiedliche Beurteilung. Nach Laufzeiten von 8-10<sup>1/2</sup> Stunden wurden die Läufe jeweils wegen geringen Leistungsabfalls abgebrochen. Der Befund ergab jedoch in keinem Fall fest-sitzende Ringe. Es wurde allerdings bei einem Teil der Versuche



**RUHRBENZIN**Aktiengesellschaft  
Oberhausen-Holten

Abt.: Prüfst. Schb./Vl.

Motorische Prüfung synthetischer  
Flugöle mit niedriger Polhöhe im  
NSU - Motor.

Datum: 24.12.40

Seite 5

000127

Ber. Nr. P 107

ein leichtes Kleben der Ringe festgestellt. Unter den gleichen Bedingungen beträgt die Laufzeit für Rotring D 7-8 Stunden, wobei die Ringe wirklich festsitzen.

Diese Verhältnisse wurden unter den zuletzt von uns im NSU-Motor angewandten Betriebsbedingungen ( 2000 U/min,  $p_{\text{ine}} = 7,28 \text{ kg/cm}^2$ ) bei einer Mitteltemperatur von etwa  $313^\circ\text{C}$  gefunden. Der Vergleich der Werte des RLM wurde in Abbildung KPr 243 durch senkrechte Striche bei diesen Temperaturen eingetragen, woraus eine gute Übereinstimmung mit unseren Ergebnissen hervorgeht. Übereinstimmend mit unserem Befund bei der zweiten Versuchsserie wurde auch bei der Erprobungsstelle Travemünde praktisch kein Viskositätsanstieg unserer Öle nach Laufzeiten von 8-10 Stunden beobachtet. Bei beiden Erprobungsstellen betrug der Ölverbrauch etwa 50-60% des gewohnten, was unseren Messungen wie aus Abb. KPr 244 hervorgeht, ebenfalls sehr gut entspricht. Übereinstimmend machte sich in beiden Motoren kein eindeutiger Einfluss des Inhibitors bemerkbar. Es ist natürlich noch nicht sicher, ob die bei diesen Ölen gefundene, im ganzen überraschend gute Übereinstimmung auch bei weiteren Ölen erzielt wird.

Zusammenfassung.

Die Öle 1773 und 1774 verhielten sich in Bezug auf das Rin stecken sehr gut, und die im Betrieb hergestellten Proben 1814 und 1815 trotz gleicher Analysenzahlen deutlich ungünstiger. Diese Öle werden deshalb nicht für die ursprünglich damit vorgesehene Vollmotorenläufe verwendet.

Der erste Versuche mit dem vor der Synthese mit Phenthiazin versetzten, unbehandelten Öl 1847 verlief sehr günstig.

Der Ölverbrauch von 1773 und 1774 betrug nur etwa 60% gegenüber Rotring. Dies dürfte nicht allein der niedrigen Polhöhe zuzuschreiben sein, da bei den Ölen 1814 und 1815 und auch bei 1847, welches die niedrigste Polhöhe besitzt ( $V_{\text{PH}} = 1,51$ ) der Ölverbrauch wieder höher war. Der Ölverbrauch pro PSh steigt mit der Zylindertemperatur, und der stündl. Verbrauch proportional der Drehzahl (Vergl. Bericht P 106).

Die Verschleissmessungen streuen immer noch verhältnismässig stark. Die synth. Öle verhalten sich dabei im ganzen etwas günstiger als Rotring D. Unterschiede bei den  $\text{AlCl}_3$ - nachbehandelten Ölen auf Grund der verschiedenen Behandlungsweise oder des

24.12.40  
107  
chen  
, wobei  
ns im  
e =  
unden.  
durch  
raus eine  
erein-  
wurde  
kosi-  
obach-  
wa  
PR 244  
achte  
tors  
iesen  
auch  
  
das  
en  
tiger.  
orge-  
enthia-  
io%  
lhöhe  
ei  
r fl-  
it der  
er  
  
nis-  
etwas  
han-  
r des

**RUHRBENZIN**

Aktiengesellschaft  
Oberhausen-Holten

Motorische Prüfung synthetischer  
Flugöle mit niedriger Polhöhe im  
NSU-Motor.

Datum: 24.12.40  
Seite 6

Abt.: Prüfst.-Schb./Vl.

Ber. Nr. P 107

Phenthiazin-Zusatzes waren nicht zu erkennen.

Die Erhöhung der Viskosität und des Conradsontestes waren bei den synth. Ölen deutlich geringer, die Harz-Asphaltbildung stärker als bei Notring.

In der Gesamtbeurteilung stellen die Öle 1773, 1774 einen wesentlichen Fortschritt gegenüber früheren Proben dar. Auch vom RLM wurden diese Öle als ausgezeichnet beurteilt.

Die Übereinstimmung unserer Ergebnisse mit denen des BMW-Motors der Erprobungsstellen Rechlin und Travemünde war bei den bis jetzt erfolgten Vergleichen überraschend gut.

000128

*h. h. and*

12.40

7

aren

nen

m

# Flugölprüfung NSU-Motor

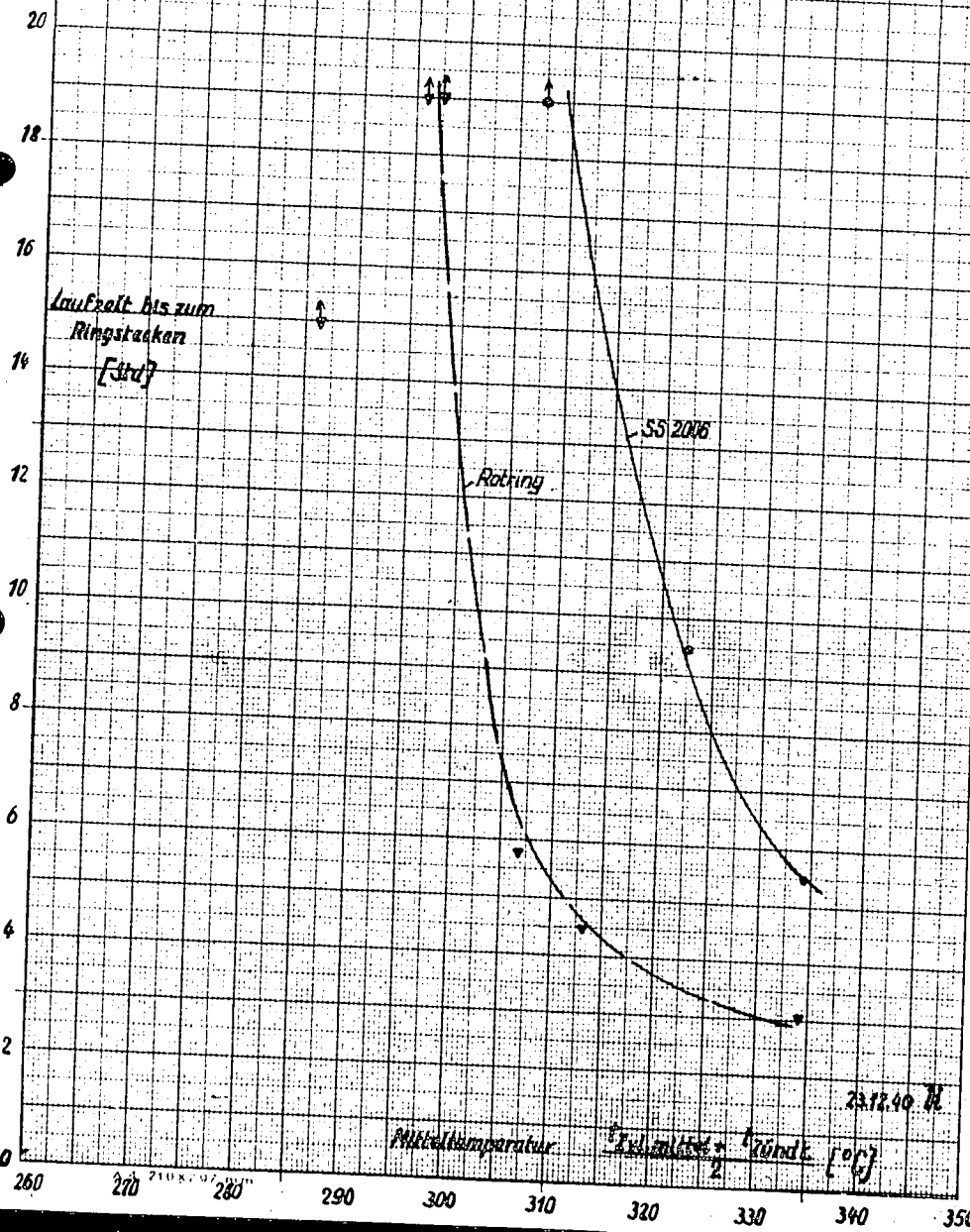
KPr 242  
RB Prüfstand

n = 3000 U/min  
P<sub>h</sub> = 7,28 kg/cm<sup>2</sup>  
No = 12 PS

Rotring D  
9774-SS 2006  
[A. Hirschi/Althaus]

Prüf nach oben - Ringa lose

000129



23.12.49 M.

Mitteltemperatur [Grad C]    Exzessdruck [kg/cm<sup>2</sup>]    Prüfdruck [kg/cm<sup>2</sup>]

Pr 242  
stand

oga lose

40 H.

350

# Flugölprüfung NSU-Motor KPr 243 RB Prüfstand

$n = 2000 \text{ U/min}$   
 $D_0 = 7,28 \text{ kg/cm}^2$   
 $N_0 = 8 \text{ PS}$

(2. Versuchsreihe)

Rotring

○ 1773

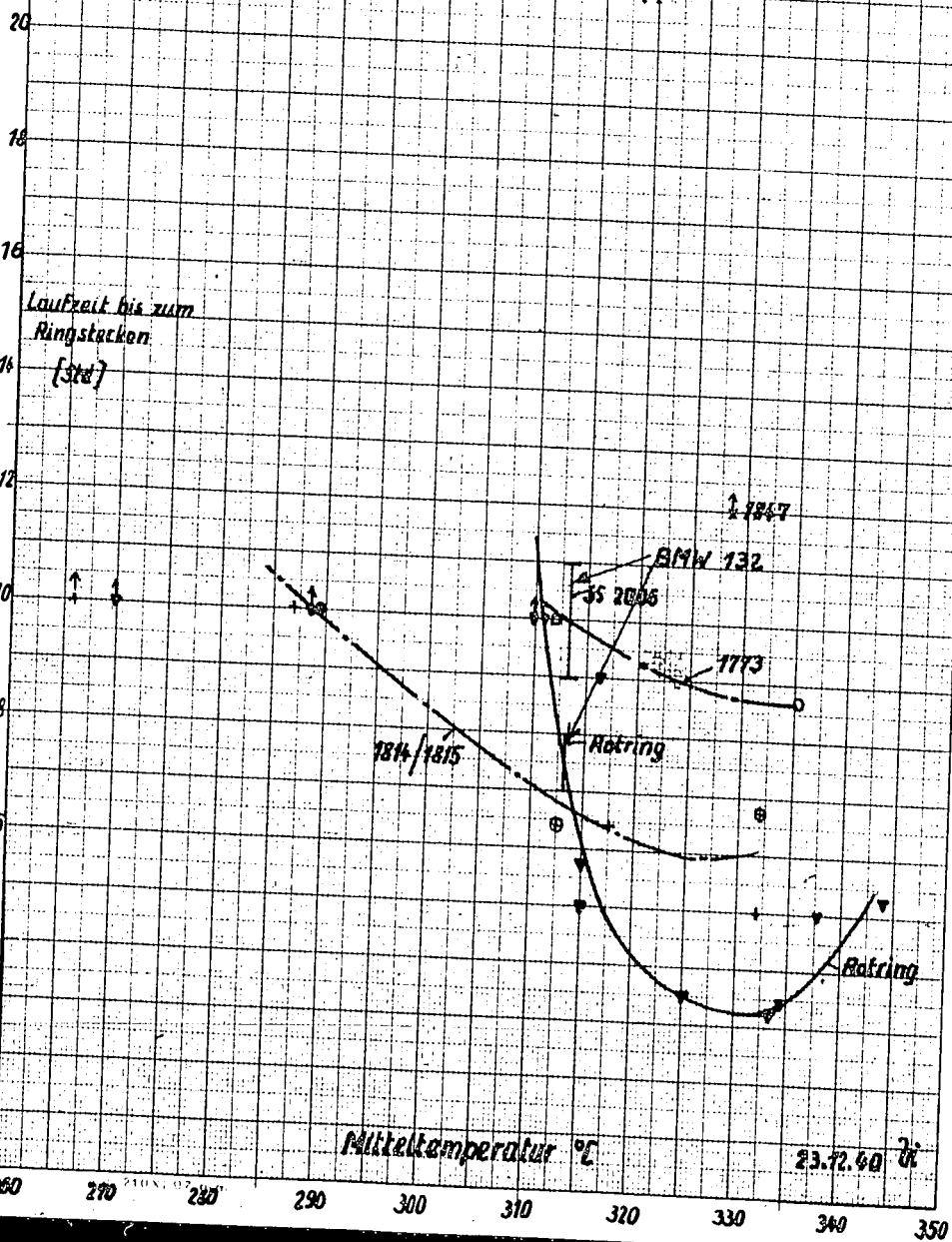
⊕ 1814

⊗ 1815

× 1847

000130

Pfeil nach oben bedeutet Ringe lose



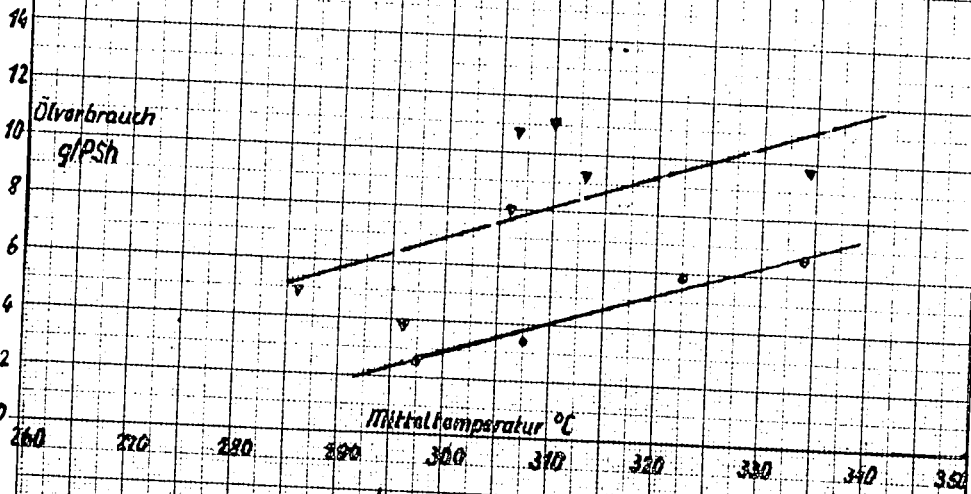
Flugölprüfung NSU-Motor RB Prüfstand

KPr 244

$n = 3000 \text{ U/min}$   
 $p_{me} = 7,28 \text{ kg/cm}^2$   
 $N_e = 12 \text{ PS}$

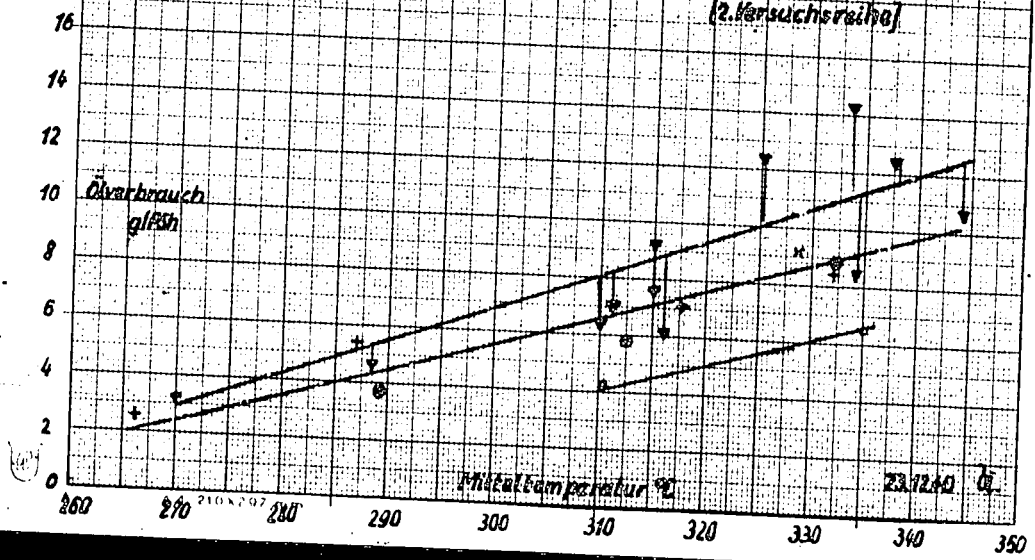
Rotring D  
 7776  
 [1. Versuchsreihe]

000131



$n = 2000 \text{ U/min}$   
 $p_{me} = 7,28 \text{ kg/cm}^2$   
 $N_e = 8 \text{ PS}$

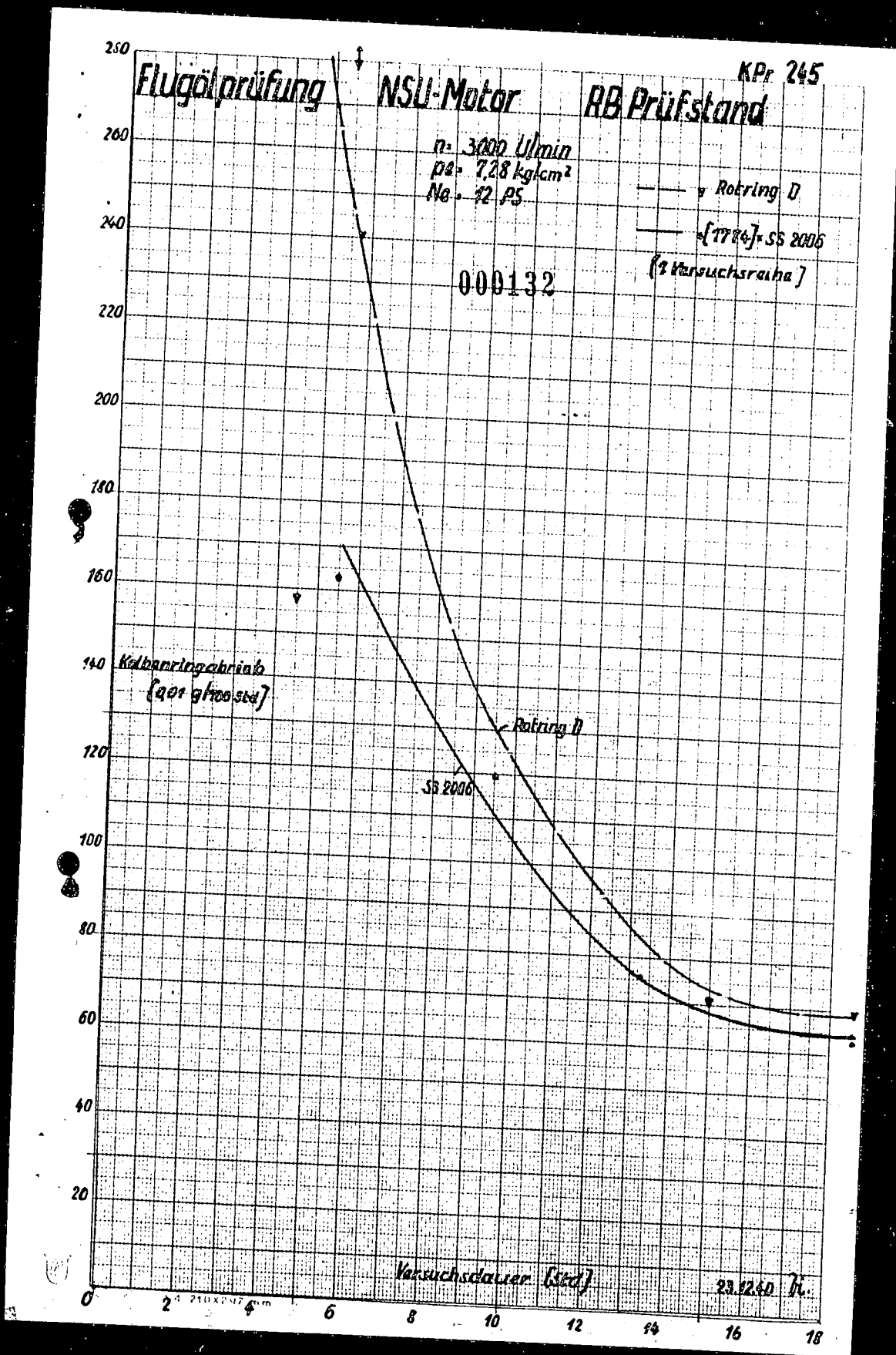
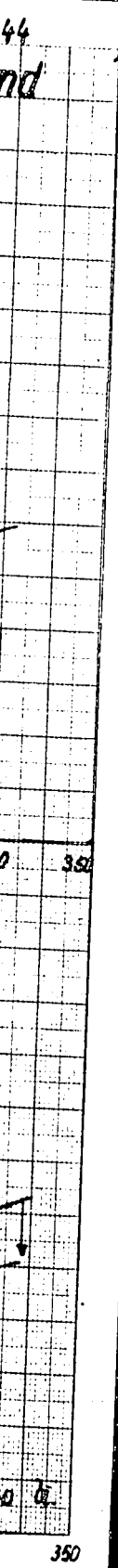
Rotring D  
 7773  
 7876  
 7875  
 7847  
 [2. Versuchsreihe]



1012

g

350



Pr. 245

ng D

SS 2006

u ha ]

n. H.

18

Flugölprüfung

NSU-Motor

KPr 246  
RB Prüfstand

$n = 2000 \text{ U/min}$

$P_b = 728 \text{ kg/cm}^2$

$N_e = 8 \text{ PS}$

000133

Rotring D

1773

1814

1815

1847

[2. Versuchsreihe]

Kolbenringabrieb  
[mg/100 Std.]

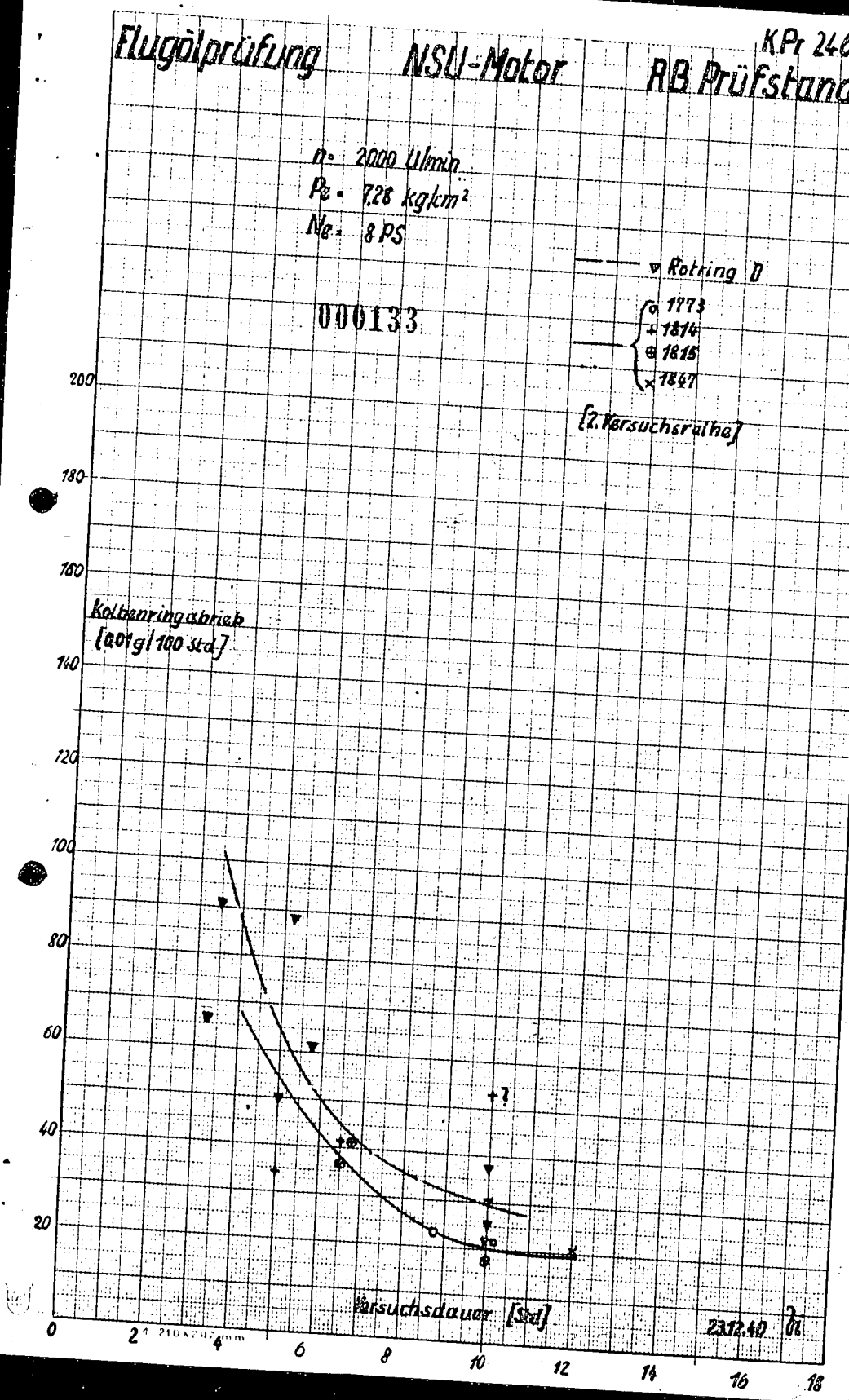
Versuchsdauer [Std.]

23.12.49

H.

0 2 4 6 8 10 12 14 16 18

200  
180  
160  
140  
120  
100  
80  
60  
40  
20



Pr 246  
Stand

# Flugölprüfung NSU-Motor KPr 247 RB Prüfstand

Analysendaten nach 5 Laufstunden

$n = 3000 \text{ U/min}$   
 $p_{me} = 7,28 \text{ kg/cm}^2$   
 $P_{W} = 12 \text{ PS}$

000134

Rotring D  
[1774] = SS 2006  
4. Versuchsreihe

Conradson test

%

1,5  
1,0  
0,5

30  
28  
26  
24  
22

Harzasphaltgehalt

%

24  
22  
20  
18  
16

$V_{50} \text{ } ^\circ\text{E}$

20  
18  
16

250  
270  
280  
290  
300  
310  
320  
330  
340  
350

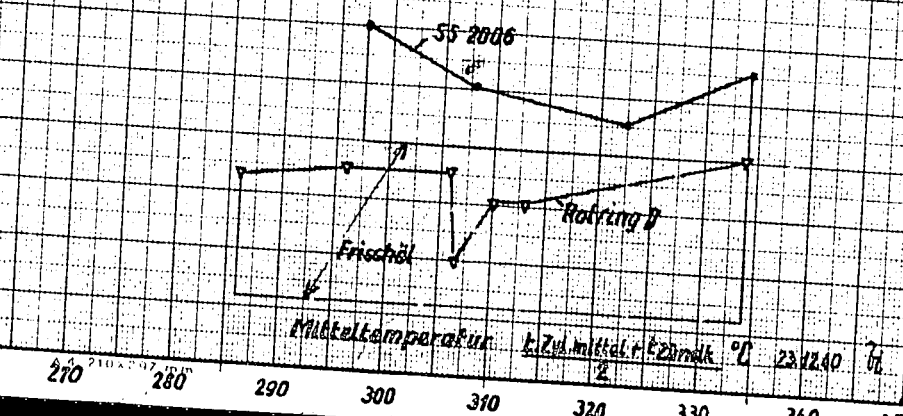
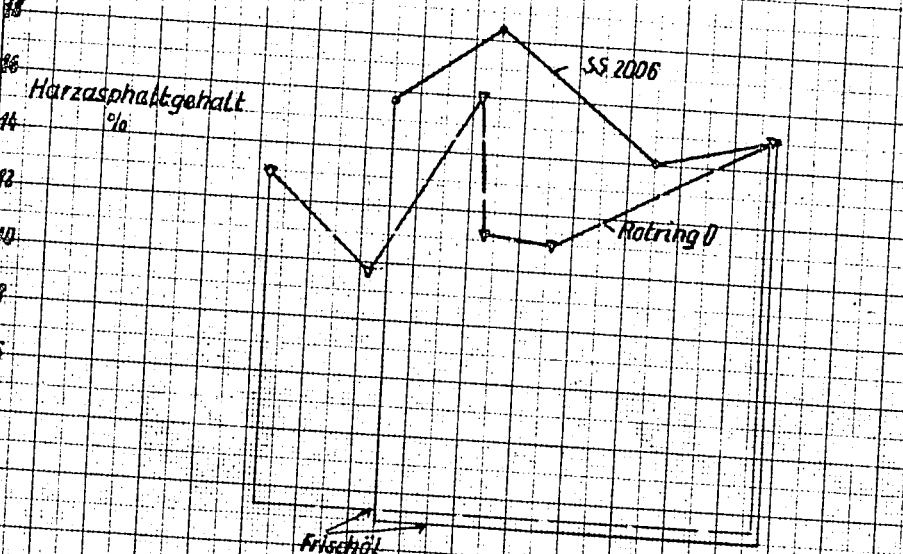
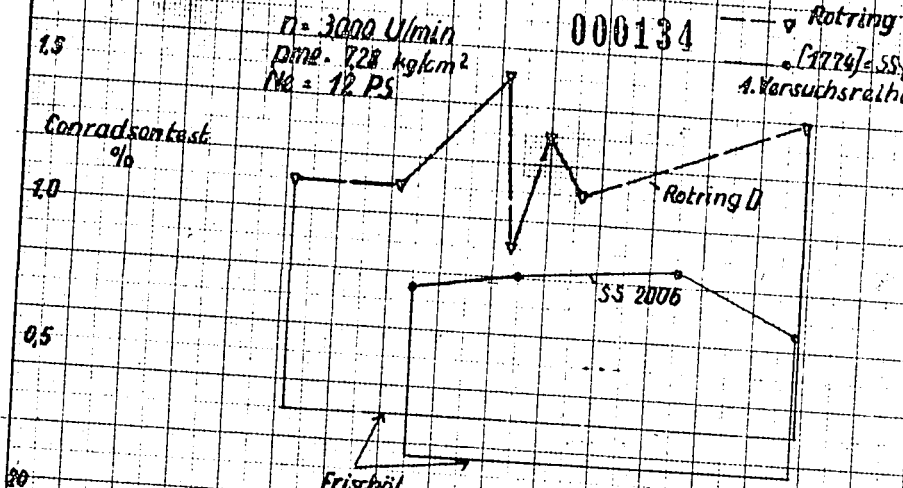
Mitteltemperaturkurve

1. Zul. Mitteltemperatur

2. Zul. Mitteltemperatur

$^\circ\text{C}$

23 1240 06





# Flugölprüfung NSU-Motor

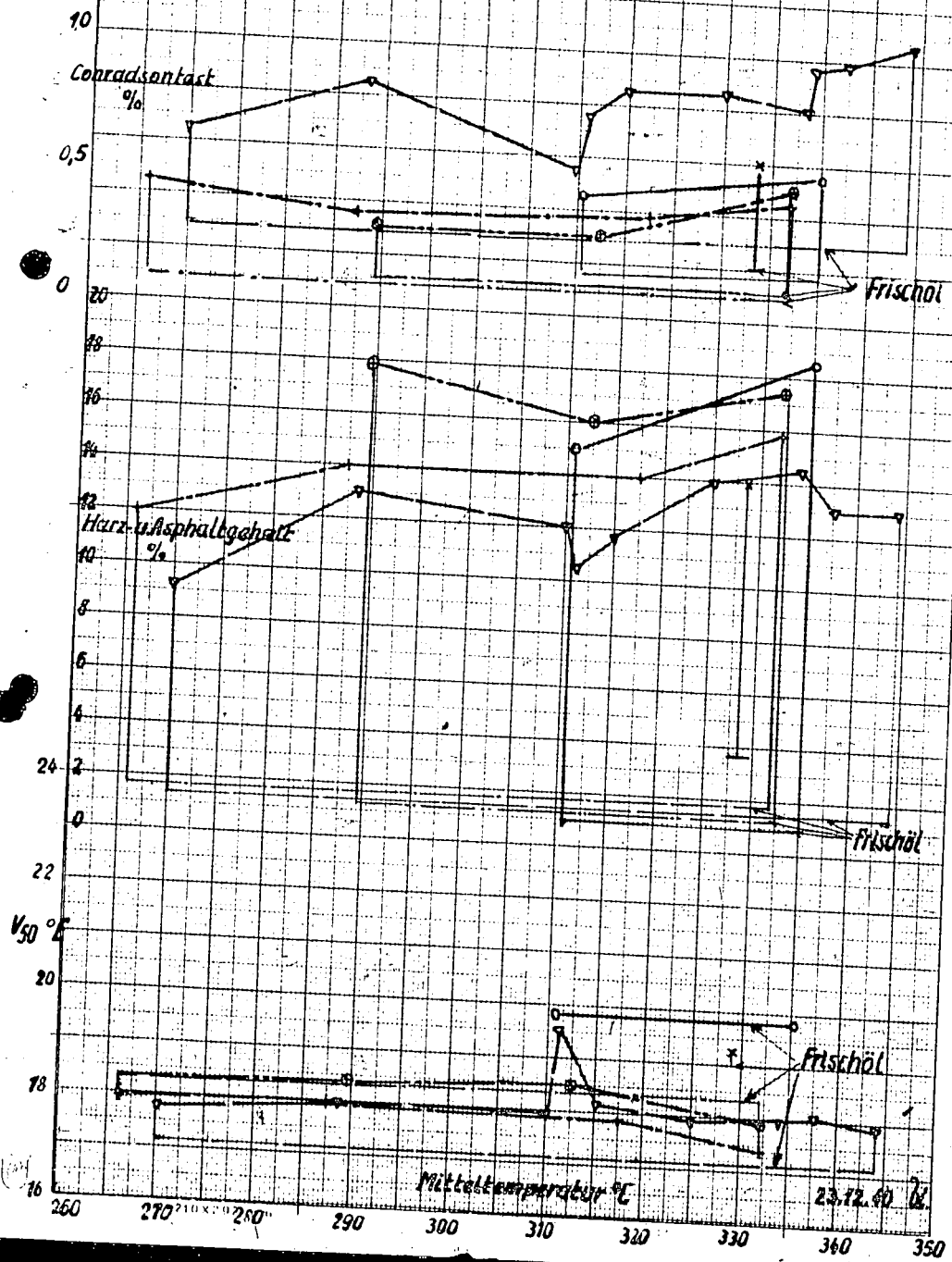
KPr 248  
RB Prüfstand

Analysendaten nach 5 Laufstunden

n = 2000 U/min  
pme = 7,28 kg/cm<sup>2</sup>  
Ne = 8 ps

000135

- Rotring D
- 1773
- +— 1814
- 1815
- x— 1847



**RUHRBENZIN**  
Aktiengesellschaft  
Oberhausen-Holten

Abt.: Prüfstand

**Geheim.**

Datum: 10.1.41

Schb./Vi.

Ber. Nr. P 108

15  
Bericht über die motorische Prüfung synthetischer Flugmotorenschmieröle der Ruhrchemie.

Die Beurteilung eines Schmierstoffes muss nach mehreren Gesichtspunkten erfolgen. Einer der wichtigsten ist bei Flugmotorenschmierstoff die Neigung zum Ringstecken. Weiterhin ist neben anderen Eigenschaften das Verhalten bezüglich Verschleiss, Ölverbrauch und Alterung von Bedeutung. Da bis jetzt keine Laboratoriumsverfahren bekannt sind, die eine einigermaßen sichere Aussage über diese Eigenschaften gestatten, ist man auf die motorische Erprobung angewiesen. Die Beurteilung aufgrund des Versuches im Motor ist durch die Vielzahl der ausser dem Öl auftretenden Einflüsse erschwert, und erst in den letzten Jahren sind besonders auf Veranlassung des RLM Prüfverfahren für Flugöle entwickelt worden, die brauchbare Ergebnisse liefern.

Verfahren des RLM.

Eine wichtige Prüfung des RLM erfolgt in dem bekannten Flugmotoren-Einzylinder BMW 132. Hierbei wird unter genau festgelegten Betriebsbedingungen in Bezug auf Drehzahl, Belastung und Temperatur bis zum beginnenden Ringstecken gefahren. Dies macht sich durch einen Leistungsabfall und eine entsprechende Kraftstoffverbrauchserhöhung bemerkbar. Für einen solchen Versuch werden etwa 25 kg Schmieröl benötigt. Eine Vollmotorenprüfung, die sich über 100 Stunden erstreckt und unter wechselnden Bedingungen gefahren wird, erfordert 600-1000 ltr.

Entwicklung einer motorischen Prüfung.

Für die beschleunigte Entwicklung der synth. Flugöle der RCH war es erforderlich, Bewertungsgrundlagen durch eigene Versuche zu bekommen, die denen der amtlichen Verfahren des RLM möglichst entsprechen. Vor 2 Jahren wurde auf dem Prüfstand der Ruhrbenzin mit der Entwicklung eines Prüfverfahrens in einem Kleinmotor begonnen. Es bot den Anreiz einer wesentlich geringeren Probemenge gegenüber dem Betrieb im Flugmotoreneinzylinder, besserer Beherrschung der Betriebszustände, sowie geringeren Kosten- und Zeitaufwandes. Als Versuchsmotor wurde der NSU 501 OSL-Motor gewählt. Bei der Entwicklungsarbeit waren die Angaben, die wir von der DVL (v. Philippovich und Glaser) über einen

000136

**RUHRBENZIN**Aktiengesellschaft  
Oberhausen-Holtan

Bericht über die motorische Prüfung synth. Flugmotorenschmieröle der Ruhrchemie

Seite 2  
Schb/Vi.

Abt.: Prüfstand

Ber. Nr. P 109

entsprechenden, dort eingeschlagenen Weg erhalten haben, sehr wertvoll.

Durchführung des Prüfverfahrens.

Zur Beurteilung eines Öles werden mehrere Versuche unter verschiedenen Temperaturzuständen durchgeführt, die durch Verändern der Kühlluftmenge eingestellt werden. Drehzahl, Belastung, Kraftstoffverbrauch und Kraftstoff bleiben bei den Versuchen gleich. Die Prüfbedingungen sind in Tabelle 1 mit denen der Prüfung im BMW-Einzylinder-Motor verglichen.

Für die Messungen wurden zunächst eine Drehzahl von 3000 U/min und ein mittlerer effektiver Druck von  $7,28 \text{ kg/cm}^2$  gewählt. Später wurde die Drehzahl von 3000 auf 2000 U/min herabgesetzt, das Drehmoment beibehalten. Durch die Herabsetzung der Drehzahl auf 2000 U/min wird die Laufzeit bis zum Ringstecken nicht wesentlich verlängert. Die übrigen Teile der Maschine werden jedoch geschont und ihre Lebensdauer erhöht. Ausserdem entspricht diese Drehzahl mehr derjenigen der Prüfung im BMW-Einzylinder-Motor. Die DVL führte ihre Versuche am NSU-Motor bei einer Drehzahl von 3500 U/min durch. Derartig hohe Drehzahlen dürften nach unseren Erfahrungen für die Beherrschung und Genauigkeit des Messverfahrens nicht günstig sein. Herabsetzung des mittleren effektiven Druckes von  $7,28$  auf  $5,5 \text{ kg/cm}^2$  brachte demgegenüber eine wesentliche Verlängerung der Laufzeit bei gleichen Zylindertemperaturen, was für die Versuchsdurchführung unerwünscht ist. Der Versuch wird abgebrochen, wenn die Kolbenringe sich festzusetzen beginnen, und das Öl wird nach der Laufzeit bis zu diesem Zeitpunkt bewertet. Neben dem Ringstecken wird noch das Alterungsverhalten, der Abrieb und der Ölverbrauch verfolgt, um so zu einer möglichst umfassenden Beurteilung des Schmierstoffes zu gelangen.

Für jeden Versuch werden neue Kolbenringe eingebaut, die nicht besonders einlaufen. Es werden sogenannte Top-Ringe verwendet, die schon nach sehr kurzen Laufzeiten eine gute Abdichtung ergeben, sodass das Fehlen einer Einlaufzeit nicht weiter störend wirkt.

000137

Tabelle 1

Vergleich der Schmierölprüfung im NSU-Motor der Ruhrbenzin und im BMW 132 Einzylinder-Motor.

Motordaten :		BMW	NSU
Bohrung	(mm)	155	80
Hub	(mm)	160	99
Hubvolumen	(cm <sup>3</sup> )	3076	494
Verdichtungsverhältnis		1:6	1:6
Prüfbedingungen:			
Drehzahl	(U/min)	1900	2000 (3000)
Leistung	(PS)	53-54	8 (12)
mittl. effekt. Druck	(kg/cm <sup>2</sup> )	8,3	7,28
spez. Kraftstoffverbrauch	(g/PSH)	235	200-210
Ölverbrauch	(g/PSH)	6-13	3-12 (je nach Temp.)
Öltemp. (Motoreintritt)	(°C)	110	90
Zündkerzentemperatur	(°C)	302	variabel
Zündzeitpunkt	(°KW v.o.T.)	32	beste Leistung
Öldruck	(atü)	4	---
Brennstoff		B4	Ruhrbenzin O <sub>Z</sub> = 78

Kolben und Zylinder werden erst nach mehreren Versuchen erneuert, wenn sie einen solchen Verschleisszustand erreicht haben, dass die Erzielung gleicher Werte nicht mehr gewährleistet ist. Es sei hierzu vorweg genommen, dass die Änderungen an diesen Teilen ziemlich langsam erfolgen, sodass nach unseren Erfahrungen die Ergebnisse dadurch nicht empfindlich beeinflusst werden.

Das Festgehen eines Kolbenringes wird daran erkannt, dass die aus dem Verbrennungsraum am Kolben entlang in das Kurbelgehäuse abblasende Gasmenge ansteigt, was an einem Staegerät<sup>+)</sup>  beobachtet und auf einem Sechsfarbensreiber registriert wird. Die normalen, in grösseren Serien bezogenen Kolben, liefern bei den hohen Temperaturen so gut in der Laufbahn, dass auch nach Festgehen eines Kolbenringes keine Vergrösserung der Abblasegas-

<sup>+)</sup>  Abgasmessgerät der DVL

000138

menge angezeigt wurde. Der Kolben wurde daraufhin aufgrund von Erfahrungen der DVL in der Mitte des Schaftes um 1 mm eingedreht und zusätzliche Bohrungen angebracht, durch welche ausser dem Öl, auch die aus dem Verbrennungsraum abblasenden Gase ungehindert entweichen konnten.

Bei den verschiedenen eingestellten Temperaturzuständen des Motors ergibt sich eine starke Abhängigkeit der Laufzeit von der Temperatur. Die richtige Wahl einer Bezugstemperatur ist für die Auswertung der Ergebnisse von grosser Bedeutung und in sofern schwierig, als die Temperaturverteilung über Zylinder und Zylinderkopf sich von Versuch zu Versuch ändern kann, während die eigentlich interessierende Temperatur, nämlich die der Kolbenringpartie bis jetzt nicht gemessen werden kann. Zur Verfolgung des Temperaturzustandes werden die Temperaturen am Zündkerzensitz, sowie die Zylindertemperaturen zwischen der 1. und 2. Kühlrippe an 4 gleichmässig auf den Umfang verteilten Stellen mit Thermoelementen gemessen. Die Thermoelemente sind so ausgebildet, dass sie während des Laufes leicht zur Behebung von Schäden ein- und ausgebaut werden können. Ausserdem werden die durch ein Kühlsystem einzustellenden Öleintritts- und Austrittstemperatur beobachtet. Ein Teil der Temperaturen wird ebenfalls von einem Sechsfarbensreiber als Kontrolle der Aufzeichnungen des Versuchspersonals registriert. Bei der DVL wird die Temperatur der Zündkerze allein betrachtet, während wir mit einem Mittelwert aus Zündkerzen- und mittlerer Zylindertemperatur die eindeutigsten Ergebnisse erzielen.

Die Reproduzierbarkeit der Laufzeiten bis zum beginnenden Ringstecken litt besonders bei der hohen Drehzahl von 3000 U/min unter der schnellen Änderung des axialen Ringspieles, das durch das Ausschlagen der Ringnuten bedingt war. Vergrössertes Ringspiel erlaubt dem Kolbenring eine heftigere Bewegung innerhalb der Nut. Dadurch wird einerseits das Festgehen der Kolbenringe erschwert, andererseits schlagen sich die Nuten um so schneller aus, je grösser das Ringspiel ist. Von einem bestimmten Ringspiel ab wird aus diesem Grunde unabhängig von der Versuchstemperatur und der Öleigenschaft überhaupt kein Festwerden der Ringe mehr beobachtet. So ergeben sich leicht falsche Versuchsergebnisse. Durch Herabsetzen der Versuchsdrehzahl auf 2000 U/min wurde erreicht, dass sich das

000139

Ringspiel während des Laufes wesentlich langsamer ändert. Ausserdem wird vor dem Versuch das Ringspiel durch Nachschleifer der Ringe auf genau 0,05 mm eingestellt.

Die Verschleissbeurteilung ist erschwert wegen der bis heute nur unvollkommen reproduzierbaren Verschleisswerte und der Kürze der Läufe. Bei unseren Versuchen zeigte sich, dass der Abrieb vorwiegend durch den Einlaufzustand der Kolbenringe, also der Versuchsdauer bestimmt wird, und die Einflüsse der Schmieröle und besonders der Zylindertemperaturen dagegen zurücktreten. Zur Verschleissmessung werden Zylinder und Kolben genauestens ausgemessen und der Gewichtsverlust der Kolbenringe festgestellt.

Die Alterung des Schmieröls wird an Hand von Proben verfolgt, die in Abständen von 3 Stunden der Öldruckleitung entnommen und analysiert werden. Für einen Versuch werden 2 ltr. Schmieröl eingefüllt. Mit dieser Menge wird der Lauf bis zum Ende durchgeführt. Frischöl wird nicht nachgefüllt.

Der Entwicklung stellten sich anfänglich noch eine Reihe anderer Schwierigkeiten entgegen, von denen die meisten heute als überwunden gelten dürfen. Diese bezogen sich besonders auf die Kupplung zwischen Motor und Bremse, die Abdichtung zwischen Zylinder und Zylinderkopf, die bei den hohen Temperaturen besonders schwierig <sup>ist</sup>, sowie auf die vollkommene Abdichtung des Kurbelgehäuses, die zur Erfassung der abblasenden Case erforderlich war. Weitere Schwierigkeiten gab es sodann an der serienmässigen Kurbelwelle, den Auslassventilen, die durch konstruktive Massnahmen behoben sind.

Um mit synth. Fahrbenzin (verbleit) bei den hohen Temperaturen und Belastungen ohne Klopfen fahren zu können, wurde das Verdichtungsverhältnis herabgesetzt.

Wegen der hohen Temperaturen werden Flugmotorenkerzen verwendet, die besonders gegen Heizusatz im Kraftstoff unempfindlich sind.

#### Bisherige Entwicklung synthetischer Öle der Ruhrchemie.

Die Voßmotorenversuche, die bis 1937 an verschiedenen Baumustern der Luftwaffe durchgeführt wurden, haben gezeigt, dass die damals zur Verfügung stehenden synth. Öle sich zwar in Bezug auf das Ringstecken sehr gut verhielten, dass jedoch bei einem

000140

**RUHRBENZIN**Aktiengesellschaft  
Oberhausen-Holtten

Bericht über die motorische Prüfung synth. Flugmotorenschmieröle der Ruhrchemie.

Seite 6 Schb/v

Abt. Prüfstand

Ber. Nr. P 108

Teil der Motoren eine unerträglich schnelle Vergrößerung des axialen Ringspiels mit gleichzeitig hohem Verschleiss an den Kolbenringen eintrat. Ausserdem wurde ein etwas höherer Ölverbrauch, als bei anderen guten Ölen gemessen. In der Zwischenzeit konnten durch Anwendung anderer Behandlungsverfahren wesentlich bessere synth. Öle hergestellt werden. Die Entwicklung wurde dabei laufend durch unsere Motorenversuche verfolgt. Während das Verhalten in Bezug auf das Ringstecken nach wie vor sehr gut blieb, wurde eine Erhöhung der Alterungsbeständigkeit, niedrigere Ölverbräuche und geringere Verschleisswerte erzielt.

Im Sommer 1940 konnte dem RLM die beiden Schmierstoffe SS 2005 und SS 2006 zur Erprobung im BMW Einzylinder-Motor übergeben werden, nachdem diese sich auf unserem Motorenprüfstand als gut erwiesen hatten.

Bei diesen Ölen war neben der Verbesserung der Oxydationsbeständigkeit besonderer Wert auf einen hohen Viskositätsindex gelegt worden. Zur Erhöhung der Oxydationsbeständigkeit wurde bei SS 2006 ein Inhibitor zugesetzt, welcher sich im Laboratorium besonders wirksam gezeigt hatte. Im übrigen waren die Öle SS 2005 und SS 2006 einander gleich. Ihre Analysenwerte sind in Tabelle 2 angegeben.

Ergebnisse der Motorenversuche.

Die beiden Öle wurden bei uns in zwei getrennten Versuchsreihen gefahren, bei denen die Prüfbedingungen nicht gleich waren. Dies ist dadurch verursacht, dass die Entwicklung unserer Prüfung noch nicht abgeschlossen war. Die Versuche mit SS 2005 wurden bei 2000 U/min und einer Leistung von 8 PS gegenüber 3000 U/min und 12 PS bei SS 2006 gefahren. Die Absolutwerte, die mit beiden Ölen erzielt sind, sind deshalb nicht unmittelbar miteinander zu vergleichen. Als Massstab können jedoch die mit Rotring D erzielten Werte benutzt werden. Mit diesem Öl wurde bei beiden Versuchsreihen abwechselnd zum Vergleich gefahren.

Ringstecken.

Die erzielten Werte für die Laufzeiten sind in den Abbildungen KPr 242 und KPr 251 aufgetragen. Bei den Werten, die mit einem nach oben gerichteten Pfeil versehen sind, wurde der Lauf abgebrochen, bevor Ringstecken eingetreten war. Man erkennt

000141

Tabelle 2

	SS 2005	SS 2006
D <sub>20</sub>	0,853	0,853
V <sub>50</sub>	19,87	19,87
V <sub>100</sub>	3,34	3,34
V.P.H.	1,60	1,60
V.Index	114	114
Flammpunkt	307	308
Stockpunkt	-33	-38
Verdampfbarkeit	0,42	0,91
NZ	0,000	0,00
VZ	0,14	0,00
Conradsontest	0,167	0,161
Asche	0,005	0,006
Jodzahl	3,3	4,7
Bzn.Unlöslich	0,000	0,019
Bzl.Unlöslich	0,000	0,008
Hartasphalt	0,000	0,011
Harzasphalt	0,97	1,19

000142

insbesondere auf der Abbildung KPr 242 die Überlegenheit des synth. Öles gegenüber Rotring D. Mit SS 2006 konnten aus zeitlichen Gründen nur 2 Versuche durchgeführt werden, die ebenfalls ein günstigeres Verhalten als Rotring D gezeigt haben.

Ölverbrauch

Bei beiden Versuchsserien betrug der Ölverbrauch im Durchschnitt nur etwa 50-60% gegenüber dem von Rotring D, wie die Abbildung KPr 252 zeigt. Es zeigt sich noch, dass der Ölverbrauch mit der mittleren Temperatur am Zylinder steigt, was damit zu erklären ist, dass dadurch die Viskosität des Öles, das sich zwischen Kolben und Zylinderlaufbahn befindet, dünner wird und in grösserer Menge aus dem Kurbelgehäuse in den Verbrennungsraum gelangt. Die streuenden Werte des Ölverbrauchs



für Rotring D weisen daraufhin, dass der Ölverbrauch auch mit der Laufzeit zusammenhängt. Bei kurzer Versuchszeit, wobei die Kolbenringe nicht so gut eingelaufen sind, ist der Ölverbrauch offenbar höher.

Verschleiss.

000143

Bei den Ergebnissen in Bezug auf den Verschleiss waren Streuungen nicht zu unterdrücken. Es zeigt sich, wie aus Abb. KPr. 245 und 253 hervorgeht und bereits oben angedeutet wurde, dass der Verschleiss unter den vorliegenden Versuchsbedingungen in erster Linie vom Einlaufzustand abhängt. Den Ergebnissen ist daneben zu entnehmen, dass der Abrieb bei SS 2005 und SS 2006 nicht höher, sondern eher etwas günstiger als bei Rotring D ist.

Alterung:

Zur Beobachtung des Alterungsverhaltens wurde wie oben geschildert, in Abständen von 3 Stunden eine Probe der Ölrücklaufleitung entnommen. Die Änderung der Analysenwerte abhängig von der Laufzeit sind für je einen Versuch bei gleichen Zylinder-temperaturen für die Öle SS 2005 und Rotring D in Abb. KPr 254 aufgetragen. Diese Kurven geben das charakteristische Alterungsverhalten dieser synth. Öle SS 2005 und SS 2006, gegenüber Rotring D gut wieder. Zur Beobachtung der Abhängigkeit der Alterung von den Versuchstemperaturen wurden die nach 5 Laufstunden ermittelten Werte für Conradsontest, Harzasphaltgehalt und die Viskosität bei 50°E von mehreren Versuchen in Abbildung KPr 247 und 255 aufgetragen. Es wurde eine nur so geringe Alterungszeit zur Betrachtung gewählt, um auch die kurzen Versuche auswerten zu können. Man erkennt, dass der Conradsontest der synth. Öle sowohl beim Frischöl niedriger ist, als auch mit der Versuchsdauer weniger ansteigt, als bei Rotring D. Die Viskosität ist praktisch überhaupt noch nicht gestiegen nach dieser Laufzeit, während der Harz-Asphaltgehalt nach den 5 Stunden etwas höher war als bei Rotring D. Nach längeren Laufzeiten erscheinen die Harz-Asphaltgehalte beider Ölarnten wieder einander gleich. Eine Abhängigkeit von den Versuchstemperaturen ist nicht festzustellen.

Der Befund der zerlegten Maschine ergab einheitlich, dass der Motor bei SS 2005 und 2006 sehr sauber war. Der Ölkohlebelag auf dem Kolbenboden war sehr gering, dabei war die Ölkohle

**000144**

matt und nicht splitternd, während bei Rotring D die Ölkohle häufiger hart, glänzend und splitternd war. Die Ablagerungen an der Hinterdrehung des Kolbenschaftes waren pastenartig weich.

Im ganzen wurden die beiden Öle SS 2005 und SS 2006 im NSU-Motor einheitlich beurteilt, sodass der angesetzte Inhibitor beim motorischen Betrieb keine besondere Wirkung erkennen liess.

Ergebnisse der Erprobungsstellen Rechlin und Travemünde.

In dem Bericht der Erprobungsstelle Travemünde vom 22.7.40 über die Erprobung von SS 2005 und SS 2006 im BMW 132-Einzylin-der Motor wird angegeben, dass bei beiden Ölen der Lauf wegen Leistungsabfall abgebrochen wurde. Dieser betrug bei:

	Laufzeit	Leistungsabfall
SS 2005	11 1/2 Stunden	1,8%
SS 2006	10 1/2 "	2,6%

Der erste Leistungsabfall war jeweils nach 9 Stunden mit einem Betrag von 1,3 bis 1,5% festzustellen. Bei der Befundaufnahme zeigten sich in beiden Fällen alle Ringe noch lose. Der Ölverbrauch betrug bei beiden Läufen nur 4,5 gr, während 6 gr /PSH als untere und 12 gr/PSH als obere Grenze für diesen Motor und sonstigen Ölen angegeben wird. Die Viskosität hatte bei beiden Läufen am Ende des Laufes praktisch nicht zugenommen, wie aus folgender Zusammenstellung hervorgeht:

Öl	Frischöl		Altöl	
	$v_{50} (^{\circ}E)$	Laufzeit (Std.)	Laufzeit (Std.)	$v_{50} (^{\circ}E)$
SS 2005	20,2	11 1/2		20,8
SS 2006	19,7	10 1/2		19,6

Der Befund des Kolbens, der Laufflächen und der Kolbenringe wurde bei den beiden Ölen als sehr gut bezeichnet.

Entsprechend waren die Ergebnisse der Läufe bei der Erprobungsstelle Rechlin. Dort wurde der Versuch mit SS 2006 ebenfalls wegen Leistungsabfalls nach etwas mehr als 8 Stunden abgebrochen. Der Befund des Motors zeigte

**RUHRBENZIN**  
Aktiengesellschaft  
Oberhausen-Holten

Abt.: Prüfstand

Bericht über die motorische Prüfung synth. Flugmotorenschmieröle der Ruhrchemie

Seite 10  
Schb/Vi.

Ber. Nr. P 108

000145

jedoch, dass alle Kolbenringe lose waren. Der 2. Ring ist etwas klebrig gewesen. Auch hier wurde der Befund des Kolbens, der Kolbenringe, sowie des Zylinders als sehr gut bezeichnet. Die Kohleablagerung am Kolben war sehr gering und von weicher, brüchiger Beschaffenheit. Der Ölverbrauch betrug hier 7,3 gr, während für den damaligen Zustand des Motors 12 bis 13 gr/PSH als normal angegeben wurden.

#### Zusammenfassung.

Die Betrachtung sämtlicher Ergebnisse zeigt eine gute Übereinstimmung zwischen den Ergebnissen der Erprobungsstellen der Luftwaffe Rechlin und Travemünde und denen des Prüfstandes der Ruhrbenzin A.G. Die einheitlich gefundene Beurteilung der Öle SS 2005 und SS 2006 ergibt zusammengefasst:

In Bezug auf das Ringstecken verhielten sich beide Öle eindeutig günstiger als Rotring D. Während unter gleichen Bedingungen im BMW 132 Motor bei Rotring D Ringe nach 7-8 Stunden wirklich fest sind, war bei den synth. Ölen ~~noch~~ nach 8-9 Stunden zwar ein geringer Leistungsabfall, aber in keinem Fall, auch nach 10-12 Stunden nicht, Ringstecken zu beobachten. Dem entsprechen die Ergebnisse der Ruhrbenzin, bei denen unter verschiedenen Temperaturbedingungen und insbesondere bei hohen Temperaturen die Laufzeiten bis zum Ringstecken mit SS 2005 und SS 2006 ebenfalls länger waren, als mit Rotring D.

Der Ölverbrauch betrug sowohl bei den Erprobungsstellen als auch bei der Ruhrbenzin etwa 50-60% gegenüber Rotring D oder sonst üblichen Ölen.

Der Abrieb war, soweit Aussagen hierüber möglich sind, etwas günstiger oder nicht ungünstiger als bei Rotring D.

Analysen des verbrauchten Öles ergaben weder bei der E.-Stelle Travemünde noch bei der Ruhrbenzin eine nennenswerte Erhöhung der Viskosität. Auch die übrigen Kennzahlen für das Alterungsverhalten waren sehr günstig.

Die Ablagerungen auf dem Kolbenboden und an den übrigen Motorteilen waren bei allen Versuchen gering.

Weder bei den E.-Stellen, noch bei der Ruhrbenzin war ein wesentlicher Unterschied zwischen SS 2005 und SS 2006 zu bemerken.

W. H. ...

Reichsbureau für Motorprüfungen  
Oberhausen-Holten

Oberhausen-Holten, den 19. Februar 1941

Prüfprot. Nr. 16

B 25 34

16

Kur Beurteilung von Leichtkraftstoffen hinsichtlich der Dampfblasenbildung am Motor.

Von Dr. Ing. P. Schmitt und Dr. Ing. K. Velds  
(Mittteilung des Prüfstandes und Versuchslaboratoriums der  
Daimler-Benz A.G. Oberhausen-Holten).

000146

Die Störungen durch Dampfblasenbildung bei Kraftfahrzeugen sind sowohl durch die Betriebsverhältnisse als auch durch die Beschaffenheit der Kraftstoffe bedingt. Zur Beurteilung der Kraftstoffe ist man vertriebt analytische Kennzahlen zu schaffen. Es lag nahe, aus dem Siedeverhalten beispielsweise den 10%-Punkt und das unter bestimmten Bedingungen gemessene Dampfdruck auf das Verhalten am Motor zu schließen. Zahlreiche Erfahrungen haben gezeigt, dass diese Methoden nur eine unvollkommene Beurteilung zulassen. Es wurde deshalb in letzter Zeit verschiedentlich versucht, den Vorgang der Dampfblasenbildung des Motors in einem entwickelten Apparatur nachzuahmen und aus den dabei ermittelten Messwerten neue analytische Kennzahlen zu finden, die eine exaktere und richtigere Bewertung erlauben. Von Hammerich<sup>1)</sup> werden an einer solchen Apparatur verschiedene Kraftstoffe untersucht und eine Formel angegeben, nach welcher aus bestimmten Werten der ASTM-Siedekurve und aus dem Reiddampfdruck die sogenannte "relative Abreistemperatur", die das praktische Verhalten eines Kraftstoffes charakterisieren soll, errechnet werden kann. Die errechneten Abreistemperaturen entsprechen den gemessenen mit guter Genauigkeit.

Koch<sup>2)</sup> arbeitete ebenfalls an der von Hammerich angegebenen und etwas geänderten Apparatur und stellte fest, wie die durch eine Blase geforderte Kraftstoffmenge mit

<sup>1)</sup> Hammerich: Die Beurteilung von Leichtkraftstoffen hinsichtlich ihrer Neigung zur Dampfblasenbildung. Z. u. Z. 1939, S. 29. Vgl. auch Zeitschr. für angew. Chem. 11/14 (1939), S. 14. Zeitschr. für angew. Chem. 11/14 (1939), S. 14. Zeitschr. für angew. Chem. 11/14 (1939), S. 14.  
<sup>2)</sup> Koch: Beitrag zur Frage der Dampfblasenbildung. Kraftstoff 1940, S. 209.

steigender Temperatur abnimmt und bei einer für jeden Kraftstoff charakteristischen Temperatur auf den Wert Null hinstrebt. Diese Temperatur wird von Koch als für die Dampfblasenstörung im Motor entscheidend betrachtet und er findet, dass sie gut mit der Temperatur übereinstimmt, bei der der Kraftstoff den Dampfdruck 0,36 bis 1 atü (nach Reid) erreicht. Sie stimmt jedoch nicht mit der Hammerich'schen relativen Abreisstemperatur überein und führt zu einer anderen Bewertung der Kraftstoffe.

Die verschiedenen Verfahren lassen weder unter sich einen allgemein gültigen Zusammenhang erkennen, noch ist es bekannt, in welchem Masse die damit erfolgte Bewertung dem wirklichen Verhalten im Motor entspricht. Es taucht somit zunächst die Forderung nach Ergebnissen des praktischen Betriebes auf. Die Erfüllung dieser Forderung ist dadurch erschwert, dass bei Strassenversuchen eine Reihe von Einflüssen, die nicht oder schwer von einander zu trennen sind, gleichzeitig auftreten und dass man auf die atmosphärischen Bedingungen angewiesen ist.

Einfacher gestalten sich Versuche an stationären Motor. Wenn auch diese die Frage nach den kritischen Bedingungen des Strassenbetriebs nicht endgültig und eindeutig zu beantworten vermögen, so gestatten sie doch, den Vorgang der Dampfblasenstörung zu untersuchen und Zusammenhänge zu erkennen, die auch im Fahrbetrieb von Bedeutung sind.

Motorische Versuche

Aus diesem Grunde wurden bei der Ruhrbezirgs A.G., Oberhausen-Höfen im Binnvernehmen mit dem Heereswaffenamt, das diese Fragen seit längerer Zeit bearbeitet, Versuche über die Dampfblasenbildung auf dem Motoren-Prüfstand an gestellt. Für die Untersuchungen stand ein Opel Olympia-Motor (Hubvolumen 1,5 ltr) zur Verfügung, der serienmässig mit einer Solex-Förderpumpe und dem Opel Valtromvergaser ausgerüstet ist.

Im Fahrbetrieb und für den Konstrukteur ist der Vorgang der Erwärmung des Kraftstoffes vor der Pumpe von wesentlicher Bedeutung. Diese Fragen konnten in den Rahmen der vorliegenden Untersuchungen nicht eingelesen werden,

sondern der Aufschwammvorgang wurde als gegeben angenommen und durch die Kraftstofftemperatur an der Förderpumpe als charakterisiert betrachtet.

Bei der Versuche wurde die Dampfblasenbildung dadurch herbeigeführt, dass der vom Motor angesaugte Kraftstoff vor dem Eintritt in die Pumpe durch ein heisbares Wasserbad geleitet wurde. Der mit steigender Temperatur steigende Volumenanteil an verdampftem Kraftstoff führt dazu, dass der Motor weniger Kraftstoff zugeführt wird, als er zur Aufrechterhaltung des jeweiligen Betriebszustandes braucht, und dass er aus diesem Grunde schliesslich stöckenbleibt. Die an der Förderpumpe gemessene Kraftstofftemperatur, bei der diese Störung eintritt und welche im folgenden als "Abreistemperatur" bezeichnet werden soll, zeigt sich dabei ausser von der Kraftstoffbeschaffenheit, in erster Linie abhängig vom stündlichen Kraftstoffverbrauch. Sie ist mit guter Genauigkeit für einen bestimmten Kraftstoff, eine bestimmte Pumpe und einen bestimmten Betriebszustand des Motors zu reproduzieren. Die Kurve der Abreistemperaturen, die man für jeden Kraftstoff erhält, fällt mit steigendem stündlichen Kraftstoffverbrauch, wie für ein Beispiel die Abbildung 1 zeigt. Sie ist weiterhin, wie ebenfalls aus Abb. 1 hervor geht, von der Drehzahl des Motors abhängig. Da die Abreistemperaturkurven je nach den Eigenschaften des Kraftstoffes sehr verschiedenartig verlaufen und sich über schneiden können (vgl. Abb. 5), ist es nicht möglich, das Verhalten eines Kraftstoffes durch die Angabe eines einzelnen Messpunktes zu kennzeichnen.

#### Der Vorgang der Dampfblasenbildung.

Betrachtet man die bei der Erwärmung des Kraftstoffes auftretenden Vorgänge etwas näher, so kommt man zu folgenden Ergebnissen: Mit steigender Temperatur beginnt beim Überschreiten des Siedeanfanges der Kraftstoff zu verdampfen und im Venturssystem wird Flüssigkeit teilweise durch Dampf ersetzt. Dieses Flüssigkeit-Dampfgemisch wird von der Pumpe angesaugt und dem Vergaser zugeleitet. Die Pumpe muss also bei steigender Temperatur neben Flüssigkeit steigende Gas mengen fördern, bis bei der "Abreistemperatur" das Fördervermögen der Pumpe nicht mehr ausreicht, um ebensoviel

Flüssigkeit heranzuschaffen, wie von dem Motor verbraucht wird.

Die Abreisetemperatur wird unter gleichen motorischen Bedingungen demnach umso höher liegen, je weniger Kraftstoffdampf in der Saugleitung gebildet wird, und je mehr die Pumpe nicht nur an flüssigen, sondern insbesondere an dampfförmigen Kraftstoff zu fördern vermag. Es folgt hieraus die auch in den weiteren Versuchen bestätigte, besondere Bedeutung der Leistungsfähigkeit der Kraftstoffförderpumpe.

Wie sich bei einem normalen Kraftstoff unter Verwendung der schon erwähnten Halex-Pumpe die Fördermenge an Flüssigkeit bei freiem Ausflusse abhängig von der Kraftstofftemperatur verhält, zeigt die Abb. 2. Man erkennt, dass bei Abwärtstemperatur ein Vielfaches des üblichen Verbrauches gefördert werden kann. Jedoch schon bei einer Kraftstofftemperatur von etwa  $30^{\circ}\text{C}$  fällt die geforderte Flüssigkeitsmenge schnell ab, sodass sie bei etwa  $50^{\circ}\text{C}$  nur noch die Hälfte des ursprünglichen Betrages ausmacht und bei  $60-70^{\circ}$  auf weniger als ein Zehntel gesunken ist. Dieses Fördervolumen entspricht grössenordnungsmässig dem praktisch vorkommenden Verbrauch.

Begehrte der Ruhrbenzin.

Bei der Ruhrbenzin A.G. wurde unter Berücksichtigung dieser Erkenntnisse eine Apparatur entwickelt, welche die wesentlichen Bedingungen, die bei der Dampfblasenstörung am Motor vorliegen, möglichst genau reproduzieren und eine Bewertung von Kraftstoffen gestatten sollte.

Abb. 3 zeigt den Aufbau dieser Apparatur<sup>\*)</sup>. Der Brennstoff durchströmt auf der Saugseite der Förderpumpe 3 von Vorratsbehälter A aus eine Hebechiange B und tritt unmittelbar hinter dieser in die Förderpumpe ein. Die Temperatur in der Förderpumpe wird gemessen (P). Die Förderpumpe drückt den Brennstoff wie am Motor in das Schwimmergehäuse eines Vergasers L. Aus diesem fliesst der Brennstoff durch eine regelbare Drosselstelle 2 und einen Durchflussmesser 2 über einen Überlauf R ab. Die aus dem Schwimmergehäuse stündlich abfließende Menge ist bestimmt durch die Fallhöhe zwischen Vergaser und Überlauf und die Öffnung der Drosselstelle. Bei dem Gerät ist die Fallhöhe konstant, sodass die Abflussmenge aus dem Vergaser durch Verstellen an der Drosselstelle reguliert wird. Damit werden die verschiedenen Betriebszu-

<sup>\*)</sup> Die Apparatur wurde von der Fa. Feddeler, Barmen hergestellt.

stände des Motors in Bezug auf den Brennstoffverbrauch nachge-  
ahmt. Der Versuch wird so durchgeführt, dass bei Versuchsbe-  
ginn die am Durchflussmesser ablesende Brennstoffmenge  
auf einen bestimmten Stand eingestellt wird. Durch Anheben  
erhöht man dann die in der Förderpumpe herrschende Brennstoff-  
temperatur und beobachtet die Durchflussmenge und den am Stand-  
glas 1 ablesenden Flüssigkeitsstand im Schwimmergehäuse.  
Die Änderung der Durchflussmenge und des Schwimmerstandes  
mit steigender Brennstofftemperatur vor der Förderpumpe ist  
für ein Beispiel in Abbildung 4 dargestellt. Von einer be-  
stimmten Temperatur an fallen Durchflussmenge und Stand im  
Schwimmergehäuse zunächst langsam und schließlich sehr  
schnell ab. Als Abreistemperatur wird die Temperatur be-  
zeichnet, bei der der Stand im Schwimmergehäuse verschwunden  
ist, was einem Abfall von ca. 30 mm entspricht.

Die Abb. 5 zeigt einige der an der Apparatur gemessenen  
Abreistemperaturkurven für verschiedenartige Kraftstoffe,  
deren Analysen in der Tabelle 1 zusammengestellt sind. Sie  
zeigen deutlich, wie infolge der verschiedenen Steilheit und  
der Überschneidungen ganz unterschiedliche Bewertungen bei  
verschiedenen Verbräuchen erfolgen. Die meisten dieser Kraft-  
stoffe wurden in einem Vergleichsversuch nach dem motorischen  
Prüfverfahren des Heereswaffenamtes untersucht. Die Werte des  
HWA sind durch Kreise auf den entsprechenden Kurven darge-  
stellt. Das erkennt, dass die Abreistemperaturen bei dem  
durch eine geneigte Linie angezeigten Verbrauchspunkt wie  
befriedigend genaue Übereinstimmung zwischen Motor und Appa-  
ratur ergeben. Die Werte sind in Zahlentafel 2 mit den Ergeb-  
nissen weiterer Vergleichsversuche mit dem Heereswaffenamts-  
motor aufgetragen. Dass die Übereinstimmung der Abreistem-  
peraturen zwischen HWA-Motor und AB-Apparatur bei den drei  
aufgeführten Vergleichsversuchen jeweils nicht an den gleichen  
Kraftstoffverbrauchswerten der Apparatur erzielt wurde, ist  
dadurch verursacht, dass die Versuche im Verlauf mehrerer  
Monate erfolgten, die Förderpumpen in der Zwischenzeit ge-  
wechselt und verschiedenartige Membranen eingebaut waren.  
Auf den Einfluss dieser Umstände wird weiter unten noch  
näher eingegangen.

An sich sind die Messungen an der Apparatur mit ge-  
ringeren Streuungen durchzuführen, da hier eine Reihe stören-



Zählentwurf 5

Abhängigkeit der Fördermenge und der Abriebtemperatur von der Saughöhe.  
 Kraftstoffverbrauch 4,05 2/2

Saughöhe mm	46 U/min		560 U/min		1520 U/min	
	Abriebtemperatur °C	Fördermenge Bei dieser Saughöhe mit Luft l/h	Abriebtemperatur °C	Fördermenge Bei dieser Saughöhe mit Luft l/h	Abriebtemperatur °C	Fördermenge Bei dieser Saughöhe mit Luft l/h
170	52,3	33	52,6	106	71	126
425	55	28	61,3	103	69,5	116
700	51,9	24	60,5	95	68	113
1165	52,3	17	57,9	90	66,2	109

*Reichsanstalt für  
Eisenindustrie*

000152

Zahlentafel 1

Kraftstoff Nr.	1	2	3	4	5	6	7
Spezif. Gew. (15°C)	0,683	0,694	0,718	0,745	0,724	0,763	g/cm <sup>3</sup>
Siedebeginn	39	40	41	47	43	50	77 °C
5%	50	51	54	65	56,5	62	80 °C
15%	57	57	66	81,5	65,5	70	81 °C
25%	65	66	76	95	74	77	81 °C
35%	72	78	88	109	82	84	82 °C
45%	83	89	102	122	90	89	83 °C
55%	95	103	117	136,5	97	94,5	83 °C
65%	110	117	132	152,5	106	101,5	84 °C
75%	122	130	147	173,5	115	111,5	86 °C
85%	134	146	168	193	128	125	92 °C
95%	156	190	210	227	155	155	150 °C
Nickstand	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	1,5	2,0 %
Deqt. Verl.	2,0	2,5	1,5	2,0	3,0	2,8	1,0 %
Kennsiffer	95	103	116	136	97	97	90,2 °C
Dampfdruck (n. Reid)	0,60	0,55	0,52	0,47	0,58	0,48	kg/cm <sup>2</sup>

Zahlentafel 2

Probe	Abreisttemperaturen °C		Kraftstoffver- brauch der Ap- paratur l/h
	HVA-Motor	HB Apparat	
I	66,5	65,6	
II	69,5	69,3	
III	78	77,5	3,7
IV	91	91,5	
V	71,5	71,5	
VI	75	75,5	
10/7	72	72	
10/11	67	70	3,5
10/20	68	67,6	
10/14	59	59,4	
25/9	65	86	
25/33	81	81	
24/4	75	76	2,8
25/1	75	75,4	
25/30	69	68,8	
25/12	66	65	

der Einflüsse, die am Motor nicht zu beseitigen sind, vor-  
vornherein wegfällen. Allein eine einwandfreie Verbrauchs-  
messung ist am Motor erschwert, weil der Kraftstoff in den  
Leitungen wegen der Kapillaren nicht kontinuierlich fließt.

Es ist nicht sicher, dass eine ähnliche Überein-  
stimmung, wie sie mit denarten des Heereswaffenamt-Motors  
für einen bestimmten Verbrauchspunkt erreicht wird, auch  
mit Apparaturen, bei denen der Kraftstoffdurchfluss anstatt  
durch ein Schwimmerventil durch eine Düse hinter der Förder-  
pumpe reduziert wird, erreicht werden kann, da hier aufgrund  
der Drosselung durch die Düse andere Druckverhältnisse hin-  
ter der Pumpe vorliegen dürften<sup>\*)</sup>. Es ist denkbar, dass der  
unterschiedliche Druck hinter der Pumpe zu einer abweichenden  
Bauart führt.

\*)

Von Herrn Dr. Haasrich wurde mitgeteilt, dass in der Zwi-  
schenszeit die von ihm angegebene Apparatur ebenfalls darauf-  
hin weiter entwickelt wurde, dass die Abreistemperatur bei  
verschiedenen Verbräuchen ermittelt werden kann.

Unter möglicher Abgleichung der veranschaulichten für die  
Abrieftemperatur bedeutsamen Leistungen wurde noch für ein  
den bestimmten Ertragswert bei verschiedenen Drehzahlen ein  
direkter Vergleich der Arbeitsapparaturkurven des Opel  
1,5 ltr-Motors und mit denen der neuen Apparatur durchgeführt.  
Die gefundenen Werte sind in Abb. 6 dargestellt. Sie zeigen,  
dass nicht nur gewisse Fig. 1 und 2 am Motor und Apparatur  
gleiche Kurvenformen erhalten werden und für einen einzelnen  
Betriebspunkt die gleiche Beurteilung am Motor und Apparatur  
erzielt werden kann, sondern, dass über den praktisch am  
Fahrzeug vorkommenden Verbrauchsbereich hinaus, auch bei ver-  
schiedenen Drehzahlen eine gute Übereinstimmung der Absolut-  
werte der Abrieftemperaturen besteht. Sie ist besonders gut  
bei niedrigen Verhältnissen, während im Bereich höheren Ver-  
brauches die Motorcurven etwas steiler abfallen. Trotzdem  
ist die grösste Abweichung, die sich bei den höchsten am  
Motor erreichbaren Verbrauch einstellt, nur etwa 1,5°C. Diese  
noch bleibenden Abweichungen wurden aus zeitlichen Gründen  
nicht weiter verfolgt. Es ist möglich, dass sie durch die  
Charakteristik der zur Heizung des Motors verwendeten  
Wasserspiralbremse oder durch die am Motor geübten Antriebs-  
verhältnisse der Kraftstoffleitung hinder der Förderpumpe  
verursacht sind. Im ganzen erscheinen jedoch die am Motor  
herrschenden Verhältnisse an der neuen Apparatur grundsätz-  
lich richtig nachgebildet. Die weiteren Versuche wurden des-  
halb und aus den oben angegebenen Gründen vorwiegend an  
der Apparatur vorgenommen.

#### Einfluss konstruktiver Änderungen auf die Abrieftemperatur.

Bei der grossen Bedeutung, die den konstruktiven  
Einzelheiten beim Zustandekommen der Langblasenströmungen zu-  
kommt, wurden diese einer näheren Untersuchung unterzogen.  
Diese befasste sich besonders mit der Ausführung der Kraft-  
stoffleitungen und den Kraftstofförderpumpen. Als Kraftstoff  
wurden Primärprodukte des Syntheseverfahrens, die hinsichtlich  
einheitlich ein Siedende von ca. 170-180° aufweisen ver-  
wendet. Die bei diesen Versuchen aufgezeigten Zusammen-  
hänge dürften auch für andere geartete Kraftstoffe grund-  
sätzlich gültig sein.

Die meisten Versuche wurden mit einer Solax-Syn-  
thesen-Förderpumpe durchgeführt. Diese wird heute in grossen

Stückzahlen bei Kraftfahrzeugen verwendet. Weitere Erprobungen erfolgte an einer ähnlichen Membran-Pumpen-Bauart, sowie an einer Leichtmetall-Kolbenpumpe, die zwar nur für die Förderung von Dieselmotorkraftstoffen gebaut ist.

1. Leitungsform.

Es wird vielfach angenommen, dass die Wasserblasenstörungen dadurch hervorgerufen oder zu mindestens gefördert werden, dass sich sogenannte "Dampfblöcke" in der Leitung bilden und aus diesem Grunde die Flüssigkeit nicht weiter gefördert werden kann. Sowohl für die Ansaugleitung als auch für die Druckleitung wurden deshalb Formen erprobt, bei denen der Kraftstoff mehrere senkrechte Bindungen durchströmt und bei denen die Wirkung der "Dampfblöcke" besonders deutlich sein müsste, und mit solchen verglichen, bei denen die Leitung stetig bis zum Schwimmergehäuse ansteigt. Weder die Form der Ansaugleitung noch die der Druckleitung ergaben irgendeinen Einfluss auf die Abreistemperatur, wie in Zahlentafel 3 und 4 und Abb. 7 und 8 dargestellt ist.

Zahlentafel 3

Abreistemperaturen bei verschiedenen ausgeführter Saugleitung.

a) Motorversuch

Kraftstoff- verbrauch l/h	Abreistemperatur °C		Motordreh- zahl U/min
	stetig steigende Leistung	mehrfach senkrecht gewundene Leitung	
2,58	67	66,5	1200
3,23	62	63	"

b) Messungen an der Apparatur

Kraftstoff- verbrauch l/h	Abreistemperatur °C		Pumpendreh- zahl U/min
	stetig steigende Leistung	mehrfach senkrecht gewundene Leitung	
2,42	61	60,5	70
4,05	56	56,3	"
2,42	74,3	74,8	980
4,05	69,0	69,2	"
6,75	64,0	64,0	"
11,5	61,1	61,3	"

Zahlentafel 4

Abreisstemperaturen bei verschieden verlegter Druckleitung, Messungen an der Apparatur, Pumpendrehzahl 1030 U/min.

Kraftstoff- verbrauch l/h	Abreisstemperaturen °C	
	stetig steigende Druckleitung	mehrfach senkrecht ge- wundene Druckleitung
2,42	77,0	77,5
4,05	70,0	69,7
6,75	65,3	65,3
11,5	61,4	61,0

Die Abreisstemperatur wird nur dann durch die Leitungsförm beeinflusst, wenn sie einer anderen Strömungswiderstand oder andere Kraftstofftemperaturen bewirkt, wie weiter unten noch näher ausgeführt wird.

2. Förderleistung der Kraftstoffpumpe.

Im praktischen Betrieb hat die Pumpe flüssigen und dampfförmigen Kraftstoff gleichzeitig zu fördern. In dem Temperaturbereich der Dampfblasenstörungen macht der dampfförmige Anteil volumenmässig ein Vielfaches des flüssigen aus und ist für die Förderpumpe ausschlaggebend, während für die Versorgung des Motors der flüssige Anteil von entscheidender Bedeutung ist. Um einen Masstab für das Fördervermögen der Pumpe zu finden, wurden getrennt die Fördermengen für Luft und Benzin bei Raumtemperatur und ungedrosseltem Ausfluss gemessen. Diese Messmethode entspricht allerdings nicht den wirklichen Verhältnissen, wo Gas und Flüssigkeit gleichzeitig auftreten. Ihre Werte können deshalb nicht als absolute Maßstäbe sondern nur als Anhaltswerte benutzt werden.

Die Förderleistung einer Pumpe steigt mit dem Hubvolumen, dem Liefergrad und der Hubzahl. Bei den Kraftstoff-Förderpumpen wird die Fördermenge selbsttätig an den Kraftstoffbedarf des Motors angeglichen. Dies wird dadurch erreicht, dass in den Antriebsorganen ein federndes Zwischenglied angeordnet ist, sodass mit wachsendem Gegendruck der Hub der Membran verringert wird. Wegen des nicht bekannten Zusammenhanges zwischen Hub und Gegendruck sollen im folgenden Liefergrad und Hubvolumen nicht weiter getrennt getrachtet werden.

Die Abhängigkeit der Fördermenge von der Drehzahl, wie sie bei wehreren Pumpen gleich veranschaulicht für Flüssigkeiten (Stoff) und für Luft bei Pumpenleistung ermittelt wurde, ist in Abbildung 9 dargestellt. Der Leistungswert hinter der Förderpumpe ist im Verhältnis an anderer Stelle durch das Schwimmserventil messbar. Die durch verschiedene Förderer hervorgerufene Unterdrückung ist in der Tabelle des Bereiches hervorgehoben, wie im nächsten Abschnitt gezeigt wird.

a) Förderhöhe.

Der Einfluss der Förderhöhe auf die Fördermenge und die Abriebsrate wurde durch die Änderung der Förderhöhe auch der Druckhöhe untersucht. Als Ursache ist dabei der zwischen Förderpumpe und Maschine bestehende Vorratsbehälter, und die Druckhöhe der Maschine (Schwimmserventil und Pumpenabtrieb) bestehende Abstandsverhältnis bezeichnet. Die Ergebnisse sind für verschiedene Drehzahlen in Tabelle 9 dargestellt. Abb. 10 zeigt für verschiedene Drehzahlen, wie mit steigender Förderhöhe die Fördermenge an flüssigen Kraftstoff sinkt, während sie für Luft abnimmt. Der Einfluss der Förderhöhe sinkt auch mit steigender Förderhöhe, wie ebenfalls aus Abb. 10 hervorgeht. Der Einfluss der Förderhöhe, die zwischen 100 und 710 mm verändert wurde, ist nach der Tabelle der Tabelle 9, und die Abb. 11 hervorgehoben, in dieser Tabelle sehr gering.

Abriebsrate

Abriebsrate bei verschiedenen Förderhöhen.  
Pumpendrehzahl 990 U/min

Förderhöhe mm	Kraftstoffverbrauch l/h			
	2,6	4,4	8,4	12,6
100	76,6	72,0	67,1	63,5
410	76,2	71,8	66,8	63,0
700	76,0	71,3	66,3	62,7

Durch diese und sehr ähnliche Erfahrungen, insbesondere auf der Grundlage der Tabelle Abb. 12 die Abriebsrate veranschaulicht. Als Ursache ist die von den erhaltenen Förderhöhen

widerstandes verringerte Förderleistung der Pumpe zu betrachten.

b) Drehzahl.

Die mittlere Hubzahl der Pumpe entspricht der Motor im allgemeinen der Nockenwellen-Drehzahl. Die Bedeutung der Drehzahl ist bei der Förderung von gasförmigen gegenüber der von flüssigen Stoffen ganz verschieden, wie die Abb. 13 zeigt. Die Erhebung der Fördermenge abhängig von der Drehzahl erfolgte wieder bei Raumtemperatur und freiem Ausflusse hinter der Pumpe. Man erkennt, dass während das stündlich geförderte Luftvolumen mit der Drehzahl annähernd proportional steigt, das Flüssigkeitsvolumen schon von einer Drehzahl von etwa 150 U/min nur noch in geringem Masse zunimmt. Bei verschiedenen Pumpen, nach gleicher Bauart, können die Fördermengen sehr unterschiedlich sein. Hierauf wird weiter unten noch eingegangen.

Die für verschiedene Drehzahlen gemessenen Abreiss-temperaturen sind in Zahlentafel 7 aufgetragen.

Zahlentafel 7

Abreisstemperaturen für verschiedene Pumpen-Drehzahlen.

Pumpen- Drehzahl U/min	Kraftstoffverbrauch l/h				
	2,42	4,05	6,75	11,5	
1530	69,2	63	58,2	56,5	°C
850	67,8	61,5	57,1	55,3	°C
530	64,5	59,2	55,2	53	°C
360	63,1	58,3	54,4	52,3	°C
116	60,1	56	52,1	47	°C
66	59	55	51,2	—	°C

Wie aus Abb. 14 und 15 hervorgeht, steigen die Abreiss-temperaturen mit der Drehzahl, wenn man Punkte gleicher Kraftstoffverbräuche vergleicht. Daraus kann jedoch nicht all-gemein geschlossen werden, dass bei erhöhter Drehzahl die Ge-fahr der Dampfblasenbildung im Fahrzeug geringer ist. Die Bedingung gleicher stündlicher Kraftstoffverbräuche wird nämlich im Fahrbetrieb im allgemeinen nicht erfüllt sein. Für den Fall, dass mit steigender Drehzahl das Drehmoment konstant bleibt und damit der Verbrauch etwa proportional der Drehzahl ansteigt, kann sogar bei höheren Drehzahlen die Abreiss-tempe-



retur niedriger sein, wie für ein Beispiel in Abb. 15 aufgetragen ist. In welchem Masse der stündliche Kraftstoffverbrauch mit steigender Drehzahl bei gleichbleibender Abreistemperatur steigen darf, ist für ein Beispiel (Abreistemperatur = 58°C) ebenfalls in Abb. 15 dargestellt.

Die Versuche bei Pumpendrehzahlen von etwa 60 U/min, was der Anlaufzahl entspricht, ergaben, dass die Abreistemperaturen bei den, dieser Drehzahl entsprechenden, niedrigen Verbrauchern nicht niedriger sind als bei den hohen Drehzahlen (Abb. 15).

Bei weiteren Versuchen wurden in ähnlicher Weise die Abreistemperaturen bei langsamer Kraftstoffernärmung beobachtet und der Kraftstoff darüber hinaus weiter aufgewärmt. Sodann wurde unter langsamer Abkühlung beobachtet, bei welcher Temperatur die Förderung wieder einsetzte und der ursprünglich eingestellte Kraftstoffverbrauch wieder gefördert wurde. Der Unterschied der beiden Temperaturen war gering und nur dadurch bedingt, dass sich nach dem Überschreiten der Abreistemperatur das Schwimmergehäuse und die dahinterliegende Leitung entleerten und diese beim Abkühlen erst wieder aufgefüllt werden mussten, ehe sich der normale Kraftstofffluss wieder einstellen konnte.

Diese Ergebnisse stehen zunächst scheinbar in Widerspruch zu den vielfach bestätigten Erfahrungen des Straßenverkehrs, wonach beim Starten häufig schon Schwierigkeiten wegen Benzinblasen auftreten unter anderen Bedingungen, bei denen der in Gang befindliche Motor noch störungslos läuft. Dies muss demnach so erklärt werden, dass bei abgestellten Motor eine stärkere Aufheizung des in den Leitungen stehenden Kraftstoffes erfolgen kann, als beim Laufenden. Außerdem ist nach einem längeren Stillstand der Kraftstoff aus dem Schwimmergehäuse häufig verschwunden, sodass dieses erst aufgefüllt werden muss, bevor der Motor die übrige Menge bekommen kann. Dieses Auffüllen wird entsprechend der niedrigen Drehzahl und der hohen Kraftstofftemperatur verhältnismäßig langsam vor sich gehen.

#### a) Verschiedene Pumpenausführungen.

Die zahlreichen Versuche, die mit mehreren Pumpen durchgeführt wurden, zeigen, dass die Förderleistung von Pumpe zu Pumpe in weiten Grenzen schwanken kann. Die Fördermenge wird wesentlich durch die Beschaffenheit der Ventile

insbesondere durch deren Reichheit und Undurchlässigkeit be-  
stimmt. Durch geringe Undichtigkeiten der Membran, die aller-  
dings bei Messung der Förderleistung für Luft in den meisten  
Fällen erkannt werden kann, können sehr leicht fehlerhafte  
Messungen der Abreistemperatur vorkommen. Von ähnlicher  
Wichtigkeit ist das einwandfreie Arbeiten der Saug- und  
Druckventile, da natürlich auch hier geringe Undichtigkeiten  
die Abreistemperatur beeinflussen.

Nachdem gezeigt wurde, wie wichtig eine gute Förder-  
leistung für gasförmige Stoffe ist, erscheint es verständlich,  
dass Membranpumpen für die Förderung leichtflüchtiger Kraft-  
stoffe besonders gut geeignet sind, weil sie auch gasförmige  
Stoffe normalerweise ohne Leckverluste, insbesondere auch bei  
niedrigen Geschwindigkeiten fördern können. Zur Bestätigung  
dieser Anschauung wurden noch Versuche mit einer Gasöl-För-  
derpumpe durchgeführt, die mit einem Leichtmetall-Zylinder  
arbeitet. Die in Abb. 17 aufgetragenen Versuchsergebnisse  
zeigen, dass bei der Vakuum-Förderpumpe trotz höherer Förder-  
leistung für Flüssigkeit, die Abreistemperatur wegen des ge-  
ringeren Vordervorgangs an gasförmigen Stoffen niedriger und  
die Kurven etwas flacher sind, als bei der Membran-Förder-  
pumpe. Bei einer solchen Pumpenbauart werden sich auch die  
Schwierigkeiten beim Starten erhöhen, weil die Leckverluste  
bei niedrigen Drehzahlen besonders bemerkbar sind. Die Ver-  
suche mit dieser Pumpe sind allerdings ohne weitere prak-  
tische Bedeutung, da sie nicht für Leichtkraftstoffe, sondern  
nur für Gasölförderung Verwendung findet, wobei die hier  
entwickelten Gesichtspunkte ohne Bedeutung sind.

#### Kraftstofftemperatur hinter der Förderpumpe.

Von einem gewissen Einfluss auf die Abreistemperatur  
ist noch der Wärmeaustausch hinter der Förderpumpe. Wird  
hier der Kraftstoff noch rückgekühlt, so kann die Abreist-  
temperatur etwas steigen, weil ein Teil des dampfförmig ge-  
förderten Kraftstoffes kondensiert und der für den Motor zur  
Verfügung stehende Kraftstoff um diesen Betrag erhöht. Nor-  
malerweise entweicht der dampfförmig geförderte und nicht  
kondensierte Kraftstoff durch eine Öffnung im Deckel des  
Schwimmerschusses, Messungen, die mit und ohne besondere Rück-  
kühlung unter sonst gleichen Bedingungen angestellt wurden,  
sind in Zahlentafel 8 und Abb. 18 aufgeführt. Man erkennt,

000161

Zahlenfolge 3

Abreistemperaturen bei gekühlter und ungekühlter Leistung  
zwischen Förderpumpe und Verzweiser

Kraftstoff- verbrauch l/h	Leitung ungekühlt		Leitung gekühlt	
	Temp. im Schwam- merzhaube °C	Abreistemp. °C	Temp. im Schwam- merzhaube °C	Abreistemp. °C
2,48	60,5	74	20,5	76,5
4,09	59	69	24	70,5
6,75	58	64	30	65
11,5	52	61	32	61,9

diese erwartungsgemäß im Bereich der hohen Abreistemperaturen und kleinen Kraftstoffverbräuche der Wirkung des Rückstroms größer ist als bei niedrigen. Eine entsprechende Zühlung der Kraftstoffleistung auf der Saugseite der Pumpe angebracht, würde natürlich zur Vermeidung von Dampfblasebildungen wesentlich wirksamer sein.

Abreistemperaturen und Förderleistung

Bei der Zusammenfassung der offenbar schwachen Abreistemperatur, Förderleistung und Kraftstoffverbrauch besteht, lag der Versuch nahe, die Abreistemperatur auf das Verhältnis von Kraftstoffverbrauch zur Förderleistung zu beziehen, um dadurch für jeden Kraftstoff eine bestimmte bei allen Betriebsbedingungen gültige Kurve zu erlangen. Dieser Versuch scheiterte bis jetzt daran, dass die Förderleistung sowohl an dampfkräftigen, als auch an flüssiger Kraftstoff zur Betrachtung herangezogen werden muss, dass keine Beziehung zwischen diesen gefunden werden konnte, durch die ihre Bedeutung für die Abreistemperatur mit allgemeiner Gültigkeit festgelegt ist. Dies muss damit erklärt werden, dass bei den beschriebenen Förderungsversuchen wesentlich andere Bedingungen vorliegen als im wirklichen Betrieb. In letzteren gleichzeitige Gas- und Flüssigkeit gefördert wird. Diese Messungen sind trotzdem zur Feststellung von Fehlerquellen sehr wertvoll. Es hat sich nämlich gezeigt, dass geringe Undichtigkeiten in der Saugleitung, sowie Leckagen in der Arbeitsweise der Förderpumpe, sowie des Leitungswiderstandes, wodurch die Abreistemperaturen empfindlich beeinflusst werden.

*Durchsicht in Stellungsbüro  
(Abteilung 11)*

mit zureichender Sicherheit durch die Messung der Fördermenge erkannt werden können.

Zusammenfassung:

Versuche an Motor zeigten, dass die spezifische Kraftstoff je nach den Betriebsverhältnissen, wie Kraftstoffverbrauch und Fördervermögen der Kraftstoffpumpe, in einem ziemlich weiten Temperaturbereich zu Dampfblasenbildungen führen kann. Die Abhängigkeit der Abriebsrate vom Kraftstoffverbrauch erscheint dabei als für den einzelnen Kraftstoff besonders charakteristisch. Diese kann bei verschiedenen Kraftstoffen sehr verschiedenartig sein, sodass die Temperaturangabe für nur einen Verbrauchswert nicht zur Kennzeichnung eines Kraftstoffes ausreicht.

An einer bei der Ruhrbenzin A.B. entwickelten Apparatur konnten den an einem Fahrzeugmotor, abhängig vom Kraftstoffverbrauch auf dem Prüfstand gefundenen Abriebs-temperaturkurve entsprechende Ergebnisse erzielt werden. Die Abriebsratekurven der Apparatur ergaben auch für einen bestimmten Verbrauchswert eine überraschend gute Übereinstimmung mit den, nach den motorischen Prüfverfahren des Heereswaffenamtes an einem festgelegten Betriebszustand gefundenen Abriebsraten. Diese gute Übereinstimmung beweist sowohl die in Anbetracht der Schwierigkeiten motorischer Dampfblasenversuche ungewöhnlich gute Reproduzierbarkeit des motorischen Verfahrens des Heereswaffenamtes, als auch die richtige Übergabe der für die Dampfblasenbildung wichtigen motorischen Bedingungen durch die Apparatur der Ruhrbenzin. Diese Vergleichversuche zeigten weiterhin die vollkommene Bewertung von Kraftstoffen durch einen Kurvenaus, als durch eine Einzelpunktbestimmung, die an einem mehr oder weniger willkürlich festgelegten Verbrauchswert vorgenommen wird.

Durch Versuche an der Apparatur und auch am Motor wurden die Einflüsse festgestellt, die neben dem Kraftstoff und Kraftstoffverbrauch für die Abriebsrate von Bedeutung sind. Es sind dies alle Faktoren, die eine Änderung der Förderleistung der Kraftstoffpumpe herbeiführen, also: Hubvolumen und Drehzahl derselben, sowie Beschaffenheit der Ventile, Förderhöhe und Leitungswiderstände. Die Form der Leitung ist ohne Einfluss, wenn Widerstand und Antriebsverhältnisse gleich bleiben. Von einer geringen Bedeutung ist das

Durchsicht

0162

der Forderung

der Kraftstoffverbrauch  
sich ziemlich weit  
raus kann. Die Ab-  
verbrauch er-  
f besonders cha-  
Kraftstoffes sehr  
gabe für nur  
eines Kraftstoffes

entwickelten  
abhängig  
anderen abreis-  
elt werden. Die  
auch für einen  
nte übera-  
fahren des  
bestand ge-  
Einstimmung  
halten not-  
depräsentierbar-  
shantes, als auch  
bildung wichtiger  
r Kraftbenzin.  
vollkorrere  
25, als durch  
weniger will-  
n wird.  
auch an Motor  
Kraftstoff  
tar von Bedeu-  
änderung der  
e, also: Hub-  
inheit der Man-  
y Fort der  
Aufgaberhält-  
ung ist das

*Reibung in Motoren*  
Eckmann, L.

000163

Wass der Rückführung in der Bruckleistung.  
Als Ziel der Entwicklung muss es nach wie vor be-  
trachtet werden, das Verhalten des Kraftstoffes aus ana-  
lytischen Kennzahlen vorherzusagen. Dies wird aber schwierig  
sein, solange diese Kennzahlen, die besprochenen, vielsei-  
tigen Beziehungen zwischen Abreistemperatur und Betriebs-  
bedingungen wiedergeben müssen, und ein ungeborener Be-  
triebszustand in dem die Gefahr der Karpfblassenströmungen  
besonders groß ist, nicht angegeben werden kann.

- Abbildung 1: Abreistemperaturen eines Kraftstoffes abhängig von Drehzahl und Kraftstoffverbrauch des Motors. Motor: Opel-Olympia (Hubvolumen 1,5 ltr)
- 1: Kraftstofffördermenge bei steigender Temperatur und freiem Ausfluss hinter der Pumpe (Solox-Förderpumpe, Drehzahl 900 U/min)
  - 2: Schema der Apparatur der Mahrbenzin zur Messung der Abreistemperaturen.
  - 3: Abfall des Brennstoffstandes im Schwimmerzählwerk und der Kraftstoffzufuhr beim Erreichen der "Abreistemperatur".
  - 4: Abreistemperaturkurven verschiedener Kraftstoffe mit Vergleichswerten der KVA-Motorprüfung.
  - 5: Vergleich der Abreistemperaturen eines Kraftstoffes von Opel-Olympia Motor und der Mahrbenzin-Apparatur für verschiedene Drehzahlen und Kraftstoffverbräuche.
  - 6: Abreistemperaturen bei senkrecht und bei waagrecht gewundener Saugleitung.
  - 7: Abreistemperaturen bei verschiedenen ausgebildeten Form der Druckleitung.
  - 8: Kraftstofffördermenge bei konstanter Temperatur für Kraftstoff und Luft abhängig vom Sogdruck hinter der Förderpumpe. Pumpen gleicher Bauart, aber verschiedener Drehzahl. Pumpendrehzahl: 900 U/min.
  - 9: Fördermengen bei freiem Ausfluss und Abreistemperaturen abhängig von der Saughöhe bei Pumpendrehzahlen von 66, 860 und 1520 U/min. Kraftstoffverbrauch 4,05 l/h.
  - 10: Abreistemperaturkurven bei Druckhöhen von 100, 310 und 710 mm.
  - 11: Abreistemperaturkurven bei verschiedenen Querschnitt der Kraftstoffsaugleitung.
  - 12: Fördermengen für Luft und Kraftstoff bei freiem Ausfluss hinter der Förderpumpe, abhängig von der Motordrehzahl.
  - 13: Abreistemperaturkurven eines Kraftstoffes für verschiedene Pumpendrehzahlen.
  - 14: Abreistemperaturen für 2,5 und 5 l Kraftstoffverbrauch, sowie für proportional der Drehzahl steigenden Kraftstoffverbrauch abhängig von der Drehzahl.
  - 15: Abreistemperaturen des gleichen Kraftstoffes bei verschiedenen Förderpumpen.
  - 16: Abreistemperaturkurven für gleichen Kraftstoff bei gekühlter und ungekühlter Leitung zwischen Pumpe und Vergaser.

**IRUHRBENZIN**  
Aktiengesellschaft  
Oberhausen-Holten

Abt.: Prüfstand

15. Mai 1941

000165

Bor. Nr. P 109  
Schb./Ti.

17

Bericht über die motorische Prüfung des synth.  
Flugöles K 1860 (Japanöl).

Zur Festlegung des für die Deutsche Mitsui Bußsan bestimmten Flugölmusters wurden dem Prüfstand die Öle K 1858, K 1859 und K 1860 zugestellt. K 1858 stellt ein Flugöl dar, das ohne Inhibitorzusatz, K 1859 ein Öl das mit Inhibitorzusatz und im Übrigen wie K 1858 hergestellt wurde. K 1860 ist eine Mischung aus den beiden Vorhergehenden, Verhältnis 1:1. Für den Versand war Letzteres in Aussicht genommen. Wegen der dringenden Zeit wurde nur dieses motorisch geprüft.

Die Prüfung erfolgte im NSU-Schmieröl-Prüfmotor des Prüfstandes. Sie erstreckte sich in erster Linie auf die Neigung zum Ringstecken. Das Öl K 1860 verhält sich in dieser Hinsicht eindeutig besser, als das zum Vergleich hinzugezogene Rotring D. Der Ölverbrauch war bei K 1860 deutlich niedriger als bei Rotring D (KPr 271). Die für Rotring D gemessenen Ölverbrauchswerte streuen etwas, was auf motorische Ursachen zurückgeführt werden muss.

Über den Verschleiss ist wegen der mangelnden Reproduzierbarkeit keine eindeutige Aussage zu machen. Es scheint jedoch, dass hier das Öl 1860 ungünstiger als Rotring D liegt. Hinsichtlich des Viskositätsanstiegs wurde bei K 1860 nichts Besonderes bemerkt. Zumindest dürfte K 1860 sich nicht ungünstiger verhalten als Rotring D.

Beim Vergleich des vom Hauptlabor zuletzt hergestellten Öles K 1880, welches dem RLM zur Erprobung zur Verfügung gestellt werden soll, mit K 1860, ergibt sich sowohl hinsichtlich der Laufzeit bis zum Ringstecken, als auch des Ölverbrauches die gleiche Beurteilung. In Bezug auf den Verschleiss erscheint K 1860 etwas ungünstiger als K 1880. Diese Aussage ist aber wieder mit Vorbehalt aufzunehmen. Bei K 1880 ist der Viskositätsanstieg (Alterung) anscheinend etwas geringer als bei K 1860 und Rotring D.

**RUHRBENZIN**  
Aktiengesellschaft  
Oberhausen-Holten

Bericht über die motorische Prü-  
fung des synth. Flugöls K 1860  
(Japanöl).

Seite 2

Abt.: Prüfstand

Ber. Nr. P 109  
Schb/VVI

000166

Zusammenfassung.

Das Öl K 1860 ist in Bezug auf Kingstecken und Öl-  
verbrauch aussergewöhnlich günstig. Die Alterungs-ent-  
spricht etwa der von Rotring D. Der Abrieb ist anschei-  
nend grösser als bei Rotring D. Dieser ist bei der Be-  
urteilung von Flugölen im allgemeinen nicht entscheidend.

Zwischen den Ölen K 1860 und K 1880 ist aus den  
vorliegenden Ergebnissen mit Sicherheit kein wesentlicher  
Unterschied zu beobachten. Es scheint, dass in Bezug auf  
Abrieb und Viskositätszunahme K 1880 günstiger ist.

W. 6



**RUHRBENZIN**  
Aktiengesellschaft  
Oberhausen-Holten

Abt.: Prüfstand

26. Mai 1941

Ber. Nr. P 110  
Schb/V1.

18

Die Entwicklung einer motorischen Prüfung für Schmieröle hinsichtlich des Kolbenfressens.

Die Anwendung von Einheitsölen der Wehrmacht in Zweitaktmotoren führte zu Schwierigkeiten hinsichtlich des Kolbenfressens bei neuen Maschinen. Von Seiten des Heereswaffenamtes wurde an uns mit der Frage herangetreten, wie Schmieröle in dieser Hinsicht geprüft werden können. Da auch uns kein geeignetes Verfahren bekannt war, wurde Ende 1940 im Prüfstand der Ruhrbenzin A.G. die Entwicklung eines besonderen motorischen Verfahrens für diesen Zweck in Angriff genommen.

Der Versuchsmotor.

Als Versuchsmotor wurde der luftgekühlte Triumph-Doppelkolben-Zweitaktmotor BD 250 mit den folgenden Daten gewählt:

Hubvolumen:	248 ccm	} nach Prospekt
Zylinderzahl:	1 Doppelzylinder	
Bohrung:	45 mm	
Hub:	78 mm	
Dauerleistung:	12 PS	
Höchstzahl:	3850 U/min	
Schmierung:	Frischöl	

Dieser Motor hat sich in der Zwischenzeit, nachdem einige Änderungen vorgenommen waren, als gut geeignet erwiesen.

Die Frischölschmierung durch eine aussen liegende und in der Fördermenge verstellbare Pumpe, wobei das Frischöl der Laufbahn des Auslasszylinders zugeführt wird, war für die Durchführung des Verfahrens besonders günstig. Die Schmierölpumpe, die sonst im Gehäusedeckel untergebracht ist, wurde anders angeordnet, und für sie ein neues Gehäuse und ein besonderer Antrieb geschaffen.

Durch 2 getrennte Ölbehälter, die je mit einem Messglas zur Ermittlung des stündlichen Ölverbrauchs versehen sind, kann abwechselnd mit verschiedenen Ölen gefahren werden. Aus den Ölbehältern fließt das Öl über einen Dreiweghahn durch Gefälle der Schmierölpumpe zu.

Zur Messung des Temperaturzustandes des Motors wurde je ein Thermoelement am Zündkerzensitz und am Zylinder unterhalb der Kühlrippe im Windschatten angebracht. Die Zylindertemperatur kann nur an der Oberfläche gemessen werden, da beim Anbohren der Zylinder sich mehrfach starke Ölverluste durch die Thermolementbohrungen ergeben haben. Dies ist dadurch verursacht, dass zwischen der eingegossenen Zylinderlaufbüchse und dem umgebenden Leichtmetallzylinder nicht immer eine einwandfreie Bindung der Metalle vorliegt und ein Spalt zwischen beiden entsteht, der dann mit Schmieröl ausgefüllt ist, welcher unter dem Druck der Förderpumpe steht.

Die Kühlung des Zylinders erfolgt durch ein Zentrifugalgebläse, dessen Fördermenge durch einen Schieber auf der Saugseite zu regeln ist.

Eine brauchbare Kupplung des Motors mit der Wasserwirbelbremse musste geschaffen werden.

#### Das Versuchsverfahren.

Als Masstab für das Verhalten eines Öles gilt die Laufzeit nach welcher unter bestimmten Betriebsbedingungen Klemmen oder Fressen des Kolbens eintritt, was sich deutlich durch einen Leistungsabfall bemerkbar macht. Da die Laufzeiten bis zum Kolbenklemmen oder - Fressen nicht nur durch Temperaturunterschiede am Kolben und durch die Eignung des Schmieröles, sondern auch durch geringe Änderungen des Laufspiels zwischen Kolben und Zylinder und deren Oberflächenbeschaffenheit weitgehendst beeinflusst werden, ist die absolute Reproduzierbarkeit der Laufzeiten nicht zu verwirklichen. Deshalb wird die zu untersuchende Ölprobe abwechselnd mit einem bekannten Vergleichsmuster in einer Folge von 6-8 Versuchen gefahren. Aus dem mittleren Verhältnis der Laufzeiten von Probe und Vergleichsmuster ergeben sich nach unseren bisherigen Erfahrungen durchaus klare und reproduzierbare Bewertungen der Öle. An Hand mehrerer Vergleichsmuster, die jeweils um eine Stufe von einander verschieden sind, lässt sich die zu untersuchende Probe zwischen 2 solcher Muster einordnen und dadurch recht genau charakterisieren.

Für jeder Versuchsreihe wird die Kühlung so eingestellt, dass der Motor mit dem schlechteren der beiden verglichenen

Öle nach 10 - 20 Minuten Laufzeit Leistungsabfall wegen Kolbenklemmens oder - Fressens zeigt. Ist bei der besseren Probe nach 90 Minuten noch kein Anzeichen von Kolbenklemmen oder -Fressen zu bemerken, dann wird der Lauf abgebrochen.

Laufende Messungen am Zylinder haben gezeigt, dass die Motortemperaturen nach dem Anfahren zunächst steil ansteigen, bis nach etwa 10 - 15 Minuten der thermische Gleichgewichtszustand annähernd erreicht ist und von nun an nur noch eine sehr langsame Erhöhung der Temperatur erfolgt. Dadurch können bei Ölen, die in Bezug auf die von ihnen auszuhaltende Temperatur nur sehr wenig auseinander liegen, verhältnismässig grosse Unterschiede der Laufzeiten beobachtet werden, wenn bei dem Schlechteren der Motor nach etwa 15 Minuten zum Fressen kommt. Die Beurteilung aufgrund der mit einem Öl erreichbaren Zylindertemperaturen ist wegen der oft sehr geringen Unterschiede wesentlich ungenauer. Überdies brauchen die am Zylinder gemessenen Temperaturen keinen Masstab für die eigentlich massgebenden Kolbentemperaturen darzustellen.

Bei den Versuchen werden Drehzahl, Leistung und Ölzufuhr auf folgende Werte eingestellt:

$n = 2600 \text{ U/min}$

$p_{me} = 4,35 \text{ kg/cm}^2$

$N_e = 6,2 \text{ PS}$

000169

Ölverbrauch 230 ccm/Std.,

und die übrigen Betriebsbedingungen möglichst konstant gehalten. Zu beachten ist dabei, dass durch Schwankungen der Kühltlufttemperatur die Messergebnisse etwas beeinflusst werden können.

Mit einem Satz Zylinder und Kolben wird jeweils eine grössere Anzahl von Versuchen gefahren, vorausgesetzt, dass keine merkliche Beschädigungen der Kolbenflächen und der Zylinderlaufbahn auftreten. Diese können im allgemeinen durch sofortiges Abstellen des Motors, nachdem sich der Leistungsabfall bemerkbar gemacht hat, vermieden werden. Bei der Kürze der einzelnen Läufe sind die Unterschiede im Laufspiel und der Oberflächenbeschaffenheit der Laufflächen im allgemeinen sehr gering und es erscheint eine bessere Übereinstimmung der Versuchsbedingungen von Versuch zu Versuch gewährleistet, als

wenn jedesmal neue Kolben und Zylinder verwendet würden. An sich noch gute Kolben ( ohne Fresstellen) und Zylinder werden nach einer Gesamtbetriebszeit von etwa 30 Stunden erneuert.

Die bisherigen Ergebnisse; die mit verschiedenen Einheitsölen der Wehrmacht und mit eigenen synth. Ölen der Ruhrbenzin erzielt wurden, haben gezeigt, dass eine eindeutige Beurteilung durch das neue Verfahren möglich ist. Ausserdem erscheint nach den mündlichen Angaben, die wir bisher vom OKH erhalten konnten, die hier erfolgte Bewertung mit Ergebnissen des praktischen Fahrbetriebs übereinzustimmen.

Im Vergleich zu sonstigen motorischen Schmieröl-Prüfungen zeichnet sich das neue Verfahren durch kurze Versuchszeiten und verhältnismässig geringe Versuchskosten aus. Es können täglich etwa 4 Versuche durchgeführt werden. Die erforderlichen Probemengen sind ebenfalls gering ( 2 ltr)

Zusammenfassung.

Durch ein im Prüfstand der Ruhrbenzin entwickeltes motorisches Verfahren kann das Verhalten von Schmierölen hinsichtlich der Neigung zum Kolbenfressen mit guter Sicherheit festgestellt werden. Für eine Schmierölprüfung ist die Versuchsdauer und die Probemenge gering. Die bisherigen Ergebnisse lassen einen Zusammenhang mit praktischen Erfahrungen aus dem Fahrbetrieb erkennen. Über die Ergebnisse mit den einzelnen Ölen wird getrennt berichtet.

*behaub*

000170

**RUHRBENZIN**  
Aktiengesellschaft  
Oberhausen-Holten

Abl.: Prüfstand

**Geheim.**

7. Juli 1941

Ber. Nr. P 111  
Schb/Vi.

Bericht über die motorische Prüfung des synthetischen Flugöles  
K 1880.

Das Öl K 1880 ist für Erprobung beim RLM bestimmt. Seine Analysendaten gehen aus Blatt 1 der Anlage hervor. Es ist gekennzeichnet durch eine besonders niedrige Viskositätspolhöhe (1,51). Nach Angabe des Hauptlaboratoriums wurde das Öl aus einem mit Inhibitor versetzten Benzin hergestellt und ist nicht nachbehandelt. Es entspricht somit dem Öl K 1859.

Die Prüfung erfolgte wieder in der üblichen Weise im NSU-Motor des Prüfstandes.

a) Ringstecken.

In dem anliegenden Kurvenblatt KPr 288 sind die erzielten Laufzeiten abhängig von der Zündkerzensitztemperatur aufgetragen. Die Laufzeiten bis zum Ringstecken sind eindeutig länger als bei dem zum Vergleich herangezogenen Rotring D.

Beim Auftragen der Laufzeiten über die Zylindertemperaturen, die in verschiedenen Zonen des Zylinders gemessen wurden (KPr 290 u. 291) ergaben sich grössere Streuungen die daher rühren, dass die Temperaturverteilung über Zylinderkopf und Zylinder von Versuch zu Versuch verschieden ausfallen kann. Bei dieser Versuchsserie ergaben die unterhalb der Kühlrippen gemessenen Zylindertemperaturen im Gegensatz zu den Erfahrungen mit dem Öl K 1860 einen weniger guten Masstab für die thermische Beanspruchung des Kolbens als die Zündkerzensitztemperatur.

Die letzten Versuche, die unter sehr hohen Temperaturen durchgeführt worden sind, scheinen wiederum darauf hinzuweisen, dass die Kurve für die Laufzeit abhängig von der Temperatur doch ein Minimum hat, und dass die Laufzeiten bei steigender Temperatur wieder länger werden können. Versuche zur weiteren Klärung dieser Frage sind beabsichtigt.

b) Ölverbrauch.

000171

Die gemessenen Ölverbräuche betragen wiederum wie bei früher untersuchten synthetischen Ölen mit niedriger Polhöhe nur etwa 60% gegenüber den Werten von Rotring. Die Messwerte sind in den Kurvenblättern KPr 288, 290, 291 mit aufgetragen.

c) Verschleiss.

Grössenordnungsmässig erscheint der Verschleiss von K 1880 und Rotring gleich zu sein, wie aus dem Kurvenblatt KPr 292 hervorgeht. Bei der Verschleissmessung treten immer noch vereinzelt grosse Abweichungen auf, deren Ursache bis jetzt nicht geklärt werden konnte.

d.) Alterung.

Zur Beurteilung des Alterungsverhalten sind in Kurvenblatt KPr 293 die Werte für  $V_{50}$ , Harzasphaltgehalt und Conradsonstest, die sich nach 5 stündiger Versuchsdauer ergaben, abhängig von der Zündkerzensitztemperatur aufgetragen. Man erkennt, dass der Anstieg dieser Grössen bei K 1880 geringer ist als bei Rotring D.

e) Kolbenfressen.

Im Triumph-Motor wurde nach dem neuen Prüfverfahren (Vergleiche Bericht P 110) das Verhalten des Öles K 1880 mit dem gefetteten Flugöl Aero Shell schwer in Bezug auf die Neigung zum Kolbenfressen verglichen. Die Laufzeiten bis zu denen unter gleichen Kühlbedingungen Kolbenfressen eintrat, waren bei dem Öl K 1880 etwa 20% länger, und die Höchstwerte der Zündkerzensitztemperatur etwa  $10^{\circ}\text{C}$  höher, als bei Aero Shell schwer.

Zusammenfassung.

Das Öl K 1880 kann in Bezug auf Ringstecken, Ölverbrauch und Alterung als günstiger, in Bezug auf Verschleiss als etwa ebenso gut wie Rotring D bezeichnet werden. Die Gefahr des Kolbenfressens erscheint niedriger als bei dem gefetteten Flugöl Aero Shell schwer. Das Öl K 1880 kann somit für die Erprobung im Flugmotor zugelassen werden.

Verteiler

He. Prof. Dr. Martin  
He. Dir. Dr. Hagemann  
He. Dir. Alberts  
He. Dr. Tramm  
He. Dipl. Ing. Clar  
He. Dr. Schaub

000172

**RUHRBENZIN**  
Aktiengesellschaft  
Oberhausen-Holten

Seite 3

Abl.: Prüfst. Schb/11.

Ber. Nr. P. 110

Analyse

HL-Bezeichnung	K 1880
	SS 2007
D <sub>20</sub>	0,860
V <sub>50</sub>	17,01
V <sub>100</sub>	3,15
V.P.	1,52
V.-Index	118
Stockpunkt	-37
Flammpunkt	302
Verdampfbarkt.	1,15
NZ	0,02
VZ	0,03
Conradsontest	0,280
Asche	0,004
Jodzahl	10,5
Benzin-Unlösl.	0,03
Benzol-Unlösl.	0,01
Hartasphalt	0,02
Harz+Asphalt	3,50

000173

# Flugprüfung

# NSU-Motor

KPr 248  
RB-Prüfstand

$n = 2000 \text{ U/min}$   
 $\rho_{\text{Luft}} = 1.226 \text{ kg/cm}^3$   
 $N_e = 8 \text{ PS}$

