

3440 - 30/5.01 - 2

Ruhrchemie Aktiengesellschaft
Oberhausen-Möllen
Prüfst. Schb./VI.

Oberhausen-Holten, den 20. Juni 1944

Klopfmessung - Synthesebenzin.

Während früher im IG-Klopfmotor keine wesentlichen Oktanzahlunterschiede gegenüber dem CFR-Motor aufgetreten sind, ergab sich bekanntlich beim Übergang von der Research- zur Motormethode für Synthesebenzin im IG-Motor eine im Mittel um etwa 4 Einheiten niedrigere Bewertung als im CFR-Motor. Dies zeigte sich besonders auffallend in dem letzten halbjährlichen Ringversuch der IG vom Mai 1943. Diese Beobachtung ist verhältnismässig gut reproduzierbar. Sie kann also nicht auf die bekannte Streuung der Oktanzwerte von Synthesebenzin zurückgeführt werden. Nachdem die Bewertung aus dem CFR-Motor als massgebend festgelegt ist, besteht für die Praxis der Klopfmessung im IG-Motor die Aufgabe, dort zu Betriebsbedingungen zu kommen, die für Synthesebenzine eine um etwa 4 Einheiten höhere Oktanzahl geben, ohne dass die sonstigen Kraftstoffe eine wesentliche Bewertungsänderung erfahren.

Zu dieser Frage wurden vom Prüfstand der RGH Versuche durchgeführt. Diese mussten in der letzten Zeit unterbrochen und konnten noch nicht zu einem Abschluss gebracht werden, aber auf Wunsch des DVM will ich hier über unsere bisherigen Erfahrungen berichten. Die Versuche wurden in je einem IG- und CFR-Klopfmotor durchgeführt. Ausser mit einigen Synthesebenzinen wurde zum Vergleich mit einem Rumänienbenzin etwa gleicher Klopfestigkeit und einem Eichbenzin/Benzolgemisch 50/50 gefahren. Verschiedene Prüfbedingungen wurden geändert, um zu sehen, auf welche das Synthesebenzin in besonderer Weise anspricht.

Zunächst probierten wir, ob durch Wechseln des Zylinderkopfes die Oktanzahl des Synthesebenzins beeinflusst wird. Wie die Tabelle 1 zeigt, lagen aber die mit 4 uns gerade zur Verfügung stehenden Köpfe erzielten Werte innerhalb der Streugrenze. Für die Eichbenzin/Benzolmischung 50/50 wurden auch keine wesentlichen Bewertungsunterschiede gefunden.

Die Änderung des Verdichtungsverhältnisses bei unveränderter Klopfstifteinstellung, also bei verschiedenen grossen Klopfanschlägen, ebenso wie bei Veränderung des Kontaktabstandes am Klopfstift und gleichbleibender Verdichtung, brachten wie die Tabelle 2 zeigt, ebenfalls praktisch keine Beeinflussung des Klopfwertes von Synthesebenzin. Für Benzin/Benzolgemische konnte ja bekanntlich eine Abhängigkeit des Klopfwertes vom Kontaktabstand des Klopfstiftes festgestellt werden.

Versuche mit dem Gemischheizkörper des CFR-Motors am IG-Motor ergaben bei den bisher normalen Betriebstemperaturen von 150°C für Kühlmittel und Gemisch bei allen 3 Proben praktisch keinen über den Streubereich hinausgehenden und für Synthesebenzin besonders auffallenden Einfluss, wenngleich die OZ-Werte bei der CFR-Heizung im Durchschnitt etwas niedriger waren.

Dies war bei 170° Kühlwasser- und 120° Gemischtemperatur noch etwas deutlicher, besonders für das sonst verhältnismässig unempfindliche Rumänienbenzin festzustellen, wie aus Tabelle 2 hervorgeht. Es erscheint uns jedoch noch nicht sicher, ob diese Unterschiede wirklich dem Wechseln der Heizkörper zuzuschreiben sind. Zumindesten steht fest, dass die im IG-Motor gegenüber dem OFR-Motor niedrigere Synthesebenzinbewertung nicht durch die IG-Heizvorrichtung bedingt ist. Es ist eher ein gegenteiliger Einfluss festzustellen.

Die Durchführung systematischer Versuche über den Einfluss von Gemisch- und Kühlmitteltemperatur in den infragekommenden Temperaturbereichen war dadurch wesentlich beeinträchtigt, dass mit der normalen IG-Heizvorrichtung die Gemischtemperatur nur in verhältnismässig engen Grenzen variiert werden kann und bei niedrigeren Kühlwassertemperaturen als 150°C die Gemischtemperatur nicht über 150°C gesteigert werden konnte. Eine neue Vorheizung wurde jetzt angeliefert und die Versuche damit sind in Angriff genommen. Die uns bis jetzt vorliegenden Ergebnisse sind in den Tabellen 4, 5 und 6 angegeben. Die Änderung des Klopfwertes mit der Gemischtemperatur ist je nach der gerade gewählten Kühlwassertemperatur verschieden, Umgekehrt hängt auch der Einfluss der Kühlwassertemperatur von der jeweiligen Gemischtemperatur ab. So ist aus der vorliegenden Tabelle zu entnehmen, dass bei einer Kühlmitteltemperatur von 150°C die OZ des Synthesebensins offenbar einen Höchstwert für 120°C Gemischtemperatur erreicht und bei stärkerer Aufwärmung wieder niedriger wird, während sie mit steigender Gemischtemperatur stetig ansteigt, wenn die Kühlmitteltemperatur nur 100°C beträgt. Leider konnte diese Abhängigkeit bei uns noch nicht für höhere Gemischtemperaturen als 144°C verfolgt werden. Die vom Technischen Prüfstand der IG vorgeschlagene Erhöhung der Gemischtemperatur auf 165°C bei 100°C Kühlwassertemperatur dürfte aber auf einer damit übereinstimmenden Feststellung beruhen.

Bei einer Gemischtemperatur von 150°C brachte eine Änderung der Kühlmitteltemperatur zwischen 100 und 110°C keine wesentliche Beeinflussung der OZ des Synthesebensins, während bei niedriger Gemischtemperatur die OZ des Synthesebensins mit steigender Kühlwassertemperatur offenbar ansteigt. Hierzu sind aber noch weitere Versuche erforderlich.

Gleichzeitig mit dem Synthesebenzin wurde auch das Verhalten der Vergleichsproben bei der Änderung der Betriebstemperaturen beobachtet. Es zeigte sich, dass das mineralische Rumänienbenzin zu wenig, das Benzin/Benzolgemisch jedoch in verhältnismässig hohem Masse und z.T. umgekehrt wie das Synthesebenzin durch die Temperaturänderungen beeinflusst wird. Erwartungsgemäss erfährt das Benzin/Benzolgemisch im allgemeinen bei einer Erhöhung der Gemisch- oder der Kühlmitteltemperaturen eine Senkung des Klopfwertes, wie ebenfalls aus den Zahlentafeln 4 und 5 ersichtlich ist, während es für das Synthesebenzin offenbar einen Temperaturzustand gibt, bei dessen Unter- oder Überströmen die OZ des Synthesebensins wieder fällt.

Als von grosser Bedeutung für die OZ-Messung des Synthesebenzins hat sich auch der Zündpunkt erwiesen. Aufgrund von Beobachtungen des Treibstoffwerkes Rheinpreussen wurden von uns Messungen bei veränderter Zündeneinstellung sowohl im IG-, als auch im CFR-Motor vorgenommen. Zahlreiche Untersuchungen, die unter den bisher üblichen Motoren-Methode-Bedingungen, jedoch bei veränderter Zündung durchgeführt wurden, ergaben wie das s.B. im Kurvenblatt KPR 458 angegeben ist, im CFR-Motor bei etwa 25-30° Vorzündung ein Oktanzahlmaximum, wobei mit späterer Zündung der Klopfwert stark abfällt. Im IG-Motor ergibt sich in dem Bereich von 40° Vorzündung bis 10° Vorzündung ein ständiges Abfallen, das mit später Einstellung immer steiler wird. Diese auffallende Abhängigkeit der Oktanzahl von der Zündeneinstellung bei den bisher üblichen Motor-Methode-Temperaturen wurde für die untersuchten Synthesebenzine, nämlich 2 Proben von der RCH und einer vom Treibstoffwerk Rheinpreussen übereinstimmend und reproduzierbar festgestellt, wenn auch die verschiedenen OZ-Zündpunktkurven in ihrer absoluten Höhe gewissen Streuungen unterworfen waren. Das Verhalten der Synthesebenzine wurde durch Inhibitorszusatz nicht beeinflusst. Der Oktanwert der Vergleichsproben wie Rumänienbenzin, Eichbenzin/Benzolgemisch, Eichstoff Z-Mischung, Baku-Benzin änderte sich mit dem Zündpunkt dagegen verhältnismässig wenig und s.T. mit anderer Tendenz wie die Abb. KPR 435 und KPR 458 zeigen, d.h. es erfolgt u.U. ein Anstieg der OZ mit späterer Zündung. Die Eichbenzin-Mischung verhielt sich in beiden Motoren genau gleich wie eine Klopfgleiche Octan/Heptanmischung. Weiterhin wurde festgestellt, dass Mischungen von Synthesebenzin mit Benzol oder Eichstoff Z eine wesentlich geringere Abhängigkeit von der Zündeneinstellung aufweisen, was als es dem Gehalt an Synthesebenzin entsprechen würde. Auch bei einem mit Blei versetzten Synthesebenzin wird die Zündpunktabhängigkeit gegenüber dem reinen Synthesebenzin stark herabgesetzt. Es zeigte sich dabei weiterhin, dass auch der Bewertungsunterschied zwischen CFR- und IG-Motor bei Synthesebenzin-Mischungen oder bei verbleiten Synthesebenzin wesentlich geringer ist, als es nach dem Verhalten des reinen Synthesebenzins zu erwarten wäre. Diese Feststellung steht auch in Einklang mit den Ergebnissen des letzten halbjährlichen Rundversuches, bei welchem für die Mischung von Synthesebenzin mit Eichstoff Z die Differenz zwischen IG- und CFR-Motor gegenüber dem reinen Synthesebenzin verringert war.

Bei der auffallenden Abhängigkeit des Klopfwertes von Synthesebenzin vom Zündpunkt spielt noch die Gemischtemperatur eine wichtige Rolle, wie das Kurvenblatt KPR 436 zeigt. Setzt man nämlich die Gemischtemperatur herab, s.B. bei einer Kühlmitteltemperatur von 150° C. auf Raumtemperatur, dann ist der Abfall der OZ mit späterer Zündung nicht mehr zu beobachten, sondern es tritt eher ein schwacher Wiederanstieg ein. Dieses Verhalten war beim IG-Motor davon unabhängig, ob bei 600 oder 900 U/min (also Research- oder Motor-Methode-Drehzahl) geprüft wurde.

Im Verlauf weiterer Versuche bestätigt sich, dass bei Gemischtemperaturen über 100° die Oktanzahl mit späterer Zündung

**Induktions-Abhängigkeit
Oktanwert-Verhalten**

umso steiler abfällt, also umso empfindlicher wird, je höher die Gemischtemperatur ist. Bei relativ niedriger, z.B. wie oben erwähnt, bei Raumtemperatur (unter ca. 30°C) wird sogar ebenso wie z.B. beim Benzol/Benzol-Gemisch ein Anstieg des Klopfwertes bei späterer Zündung beobachtet. Dies ist aus der Abbildung 4 zu entnehmen. Dazwischen gibt es eine Gemischtemperatur, bei welcher die Abhängigkeit der OZ vom Zündpunkt relativ gering wird. Ob die in KPr 559 auftretenden Überschneidungen der Kurven für verschiedene Gemischtemperaturen richtig, oder durch Störungen verursacht sind, soll dahin gestellt bleiben. Wir hatten bis jetzt noch keine Zeit dies weiter zu verfolgen. Die Tendenz, dass die Oktanwert-Zündpunktkurve flacher verläuft oder sogar wieder ansteigt, je niedriger die Gemischtemperatur ist, wurde für die Kühlmitteltemperatur von 150°C jedoch mehrfach bestätigt. Bei anderen Kühlmitteltemperaturen wurden bisher keine Versuche hierüber durchgeführt.

Aus den mitgeteilten Ergebnissen kann mit einem gewissen Vorbehalt geschlossen werden, dass das Synthesebenzin offenbar bei einem ganz bestimmten Temperaturzustand eine relativ hohe Klopfestigkeit aufweist und dass beim Unter- oder Überschreiten dieses Zustandes das Klopfverhalten ungünstiger wird. Es ergeben sich daraus und aus der starken Abhängigkeit vom Zündzeitpunkt verschiedene Möglichkeiten die Motor-OZ des Synthesebenzins im IG-Motor zu heben, ohne die übrigen Kraftstoffe wesentlich anders als bisher zu beurteilen:

1. Hält man die seitherige Betriebsatemperatur bei, dann ist eine Verzerlegung des Zündpunktes auf ca. 30 bis 35° sehr wirksam. In diesem Bereich wird auch die Empfindlichkeit gegenüber der Zündeneinstellung wieder geringer, was mit Rücksicht auf möglichst geringe Fehlermöglichkeit gerade beim Synthesebenzin erwünscht ist.
2. Setzt man die Kühlmitteltemperatur wesentlich, z.B. auf 100°, wie vom Techn. Prüfstand Oppau vorgeschlagen wurde, herab, dann kann durch Erhöhen der Gemischtemperatur ebenfalls eine höhere Bewertung des Synthesebenzins erreicht werden. Wie die Ergebnisse eines vorläufigen Ringversuches der IG, an dem mehrere Prüfstellen teilgenommen haben zeigen, hat diese Annahme verbunden mit einer gleichseitigen Verzerlegung des Zündpunktes offenbar einen beachtlichen Fortschritt gebracht. Es wäre noch zu prüfen, wie bei diesen Bedingungen die Empfindlichkeit gegenüber dem Zündpunkt ist.
3. Eine etwa gleichwertige Wirkung wie durch die von Techn. Prüfstand Oppau vorgeschlagene Änderung der Betriebsbedingungen kann nach unseren Versuchen auch dadurch erreicht werden, dass die Gemischtemperatur auf ca. 120° gesetzt, die Kühlmitteltemperatur auf etwa 170° gesetzt und der Zündpunkt auf 30° vor OT verzerlegt wird. Diese Beachtung müsste allerdings noch in weiteren Nachhaken bestätigt werden. Es ergibt sich bei diesen Bedingungen voraussichtlich der Vorteil, dass die OZ-Werte des Synthesebenzins weniger empfindlich gegen geringe Ungenauigkeiten von in der Zündpunkteinstellung

...
...
...

sind und zur Einhaltung der Gemischtemperatur nicht so hohe
Heizleistungen erforderlich sind.

Bei einsetzenden den von uns angewandten Betriebszustände ist
sogar eine Annäherung der Synthesebenzin-Werte des IQ an
die unseres OPA-Motors erzielt worden; eine vollkommene An-
gleichung haben wir aber in keinem Falle erreicht. Es würde
für uns interessant sein, ob diese Beobachtung allgemein zu-
trifft, oder ob unsere Motoren hier ein von den übrigen
abweichendes Verhalten zeigen.

W. H. A. B.

Oktanzahlen von Synthesebenzin und Benzol/Benzolgemisch
 im 10-Motor mit verschiedenen Zylinderköpfen.

Zylinderkopf	Daten	Synthes-Benzin Nr. 6145	Benzol/Benzolgemisch 50/50
1	7.9.43	50,2	60,9
	8.9.43	52,1	60,2
2	2.9.43	52,3	60,7
	3.9.43	52,4	62,1
3	3.9.43	52,7	60,6
	4.9.43	52,9	60,7
	6.9.43	52,3	60,9
4	9.9.43	52,3	60,1

Tabelle 2

a) Motoroktanzahlen von Synthesebenzinen, gemessen bei ver-
 schiedener Verdichtung und veränderten Klopfstift.
 10-Motor.

150/150	Verdichtung	Klopffresser- schlag	Oktanzahl
Probe A	4,3	6	45,8
	4,5	36	45,6
	4,7	62	47,0
Probe B	4,5	12	52,3
	4,7	52	52,5
	4,56	34	52,9
Probe B	4,65	56	57,0
	4,46	14	50,7
	4,56	30	50,7
	4,67	48	50,6

b) Motoroktanzahlen von Synthesebenzinen, gemessen bei ver-
 änderten Klopfstift.

4,52	10	49,3
4,52	30	49,3
4,52	47	49,3

Tabelle 5

Einfluss der Schichttemperatur auf die Leistung (10-Motor).

Ladung [%]	Kühl- temp. °C	Schicht- temp. °C	Leistung			
			AE 39	104	104,2	104,5
22	100	100	44,3	51,7	50,7	50,5
	100	120	44,3	51,7	50,7	50,5
	100	144	44,0	51,4	50,7	50,5
22	100	120	44,3	51,7	50,7	50,5
	100	125	45,4	51,7	50,7	50,5
	100	153 (163)	47	51,7	50,7	50,5
22	150	100	45,4	51,7	50,7	50,5
	150	125	45,7	51,7	50,7	50,5
	150	150	45,5	51,7	50,7	50,5
26	100	100	44	51,7	50,7	50,5
	100	120	44,9	51,7	50,7	50,5
	100	144	47	51,7	50,7	50,5
26	150	100	49,27	51,7	50,7	50,5
	150	125	48,2	51,7	50,7	50,5
	150	150	48,7	51,7	50,7	50,5
Mittelwerte Motor- schicht-CP2-Motor			51,8	52,6	50,2	50,4

Tabelle 6

Einfluss der Schichttemperatur auf die Öltemperatur (10-Motor).

Benzin	Schicht- temperatur	Schicht- temperatur	Öltemperatur		
			50	10	10
6145	150	90	44	44	44
	150	120	45	45	45
	150	150	40	40	40
AE 39	150	90	47	47	47
	150	120	47	47	47
	150	150	46	46	46
Schwing- pumpe	150	90	51,5	51,5	51,5
	150	120	51	51	51
	150	150	48,7	48,7	48,7
10-Motor					
6145	150	90	44	44	44
	150	120	45	45	45
	150	150	40	40	40