

*Reichsforschungsgesellschaft
Werkzeugmaschinen*

653

Abschrift.

003899

Oktanzahl und Verhalten der Kraftstoffe in Motoren.

Bericht für die Sitzung des Reichsforschungsrates, Fach-
ausschuss für Vergaser-Motoren, Frankfurt a. M., den 22.4.38 +)

1. Begriff der Oktanzahl:

Unter Oktanzahl versteht man die unter genau festge-
legten Bedingungen ermittelte Gleichheit des Klopfvorganges
eines Versuchskraftstoffes und eines Bezugskraftstoffes, be-
stehend aus einem Gemisch aus Iso-Oktan und n-Heptan, (wobei
die Volumenmenge Oktan im Gemisch den Zahlenwert ergibt.) Die
Oktanzahl stellt also kein rein physikalisch-chemisches Maß
des Klopfens vor, sondern ein konventionelles, ähnlich wie
z.B. Flammpunkt, Selbstzündungspunkt usw., wenn auch zwischen
Oktanzahl und chemischen Aufbau der Moleküle Beziehungen fest-
gestellt werden, die für eine gewisse innere Berechtigung die-
ses Maßes sprechen. Die Tatsache, dass die Oktanzahl nur unter
den genau vorgeschriebenen Bedingungen Gültigkeit besitzt, ist
dadurch begründet, dass Abweichungen durch Änderung der Versuchs-
bedingungen zustande kommen können; Drehzahl, Zündung, Gemisch-
zusammensetzung, Gemischtemperatur beeinflussten sie z.T. er-
heblich, d.h. die bei einer Bedingung ermittelte Gleichheit der
Kraftstoffe gilt nicht unbedingt auch für andere Bedingungen.
Schon 1930 wies Heron ¹⁾ darauf hin, dass Bleibenzine bei höheren
Motortemperaturen den bei niedrigen Temperaturen gleichwertigen
Benzolgemischen stark überlegen seien, sodass Bleitetraäthyl
mit steigender Temperatur im Vergleich zu Benzol immer günstiger
wirkt. 1933 zeigte Peletier, ²⁾ dass die Bezugsgemische Iso-Oktan/
n-Heptan wesentlich weniger temperaturempfindlich - auf jeden
Fall aber anders temperaturempfindlich - sind als die meisten
handelsüblichen Kraftstoffe und folgerte daraus die Ungeeignetheit
dieser Stoffe als Grundmasse des Klopfens.

Dieser Mangel haftet nun jeden Bezugskraftstoff an, der
mit einer grösseren Zahl von Versuchskraftstoffen verglichen

+) Verlegt nach Berlin, Mai 1938

65 993291

*Ruhbomgen Aktiengesellschaft
Werkraum Berlin*

werden soll, und bildet die Quelle möglicher Fehlmessungen. Die mit der Oktanzahl zwar nicht unmittelbar vergleichbare, aber mit ihr doch in gewisser Beziehung stehende zulässige Grenzverdichtung verschiedener Kraftstoffe ändert sich mit der Drehzahl auch in verschiedener Weise wie Abb. 1 zeigt. - Die Verschiebung der Oktanzahlwerte bei verschiedener Art der Messung zeigt die Abb. 2.

2. Bestimmung des Klopfverhaltens im Fahrzeugmotor

a) Bestimmungen Prüfstandversuche.

Zur Bestimmung des Klopfverhaltens von Kraftstoffen im Fahrzeugmotor kann man verschiedene Wege einschlagen. Entweder wird so vorgegangen, dass man eine bestimmte motorische Bedingung solange ändert, bis hörbares Klopfen eintritt (bei Mehrzylindermotoren ist bisher ein brauchbares objektives Klopfmaß nicht vorhanden) oder bis man einen Leistungsabfall feststellt. Da man zur Erreichung eines Leistungsabfalles aber schon auf recht starkes Klopfen einstellen muss, wird dieses Verfahren wenig angewendet. Zur Einstellung auf Klopfen kann man verändern: Belastung bei einer Drehzahl, Drehzahl bei Vollast, Zündung, Temperatur der Ansaugluft, während sich das Gemischverhältnis und die Kühltemperatur nicht recht dafür eignen. Das Ergebnis ist dann die Feststellung, bei welcher Bedingung der Klopfbeginn liegt, also ein durchaus an den betreffenden Motor gebundener Wert. - Um eine Zahl zu erhalten, die, von dem Motor gelöst, Gültigkeit besitzt und den Vergleich zwischen Motoren verschiedener Art ermöglicht, wird so vorgegangen, dass man den Versuchskraftstoff mit Gemischen aus ~~Kraftstoff~~ Bezugskraftstoffen vergleicht, indem man das Mischungsverhältnis solange ändert, bis man bei denselben Motorbedingungen Klopfen erhält wie beim Versuchskraftstoff oder bis die gleiche Klopfstärke erreicht wird. - Diese Zahl als "Oktanzahl" des Motors zu bezeichnen ist nur mit Vorbehalt zulässig, sie wird besser nur als Gemischverhältnis der für die Messung verwendeten Kraftstoffe angegeben.

Ruhrbenzin-Allianzgesellschaft
Berkaum-Helm

- 3 -

655

003292

b) Strassenklopfwerte:

Die Messung des Strassenklopfwertes, d.h. des im Fahrbetrieb auftretenden Klopfens ist wesentlich schwieriger als die Messung auf dem Prüfstand. Man kann - vor allem nach amerikanischen Versuchen ³⁾ - drei Verfahren unterscheiden, die alle auf der Gehörmessung aufbauen; Messungen mit einem Abhörinstrument würden wohl eine gewisse Verbesserung ergeben, die aber nicht als allzubedeutend beurteilt werden. ⁴⁾ Am besten wird bei diesen Messungen die Geschwindigkeit als eine Ordinate genommen und ihr gegenüber die Klopfstärke aufgetragen, die jeweils eintritt. Man kann dann als Maß verwenden:

- (a) Die Geschwindigkeit, bei der Klopfen beginnt oder aufhört.
- (b) Die maximale Klopfstärke, unabhängig von der Geschwindigkeit.
- (c) Die Fläche, die diese Kurven gegenüber der Null-Linie umschließen.
- (d) Das Gemisch von Bezugskraftstoffen, das nach einem dieser Maße gleiche Klopfstärke ergibt.

Ergebnisse mit drei verschiedenen Wagen der Union Town Hill-Versuche zeigen die Abb. 3 bis 5. Während die Werte der Abb. 3 einen recht gleichmäßigen Verlauf aufweisen, sind in Abb. 4 u. 5 die Werte für Aufhören des Klopfens und für maximales Klopfen sehr verschieden. Dazu muss erwähnt werden, dass bei den Versuchen zwar Natur-, Crackbenzin und Bleibenzen, sowie ein Benzin-Benzolgemisch, aber kein Alkoholgemisch untersucht wurde. Eine einzige Bedingung, wie Geschwindigkeit beim Aufhören des Klopfens oder maximales Klopfen bei irgendeiner Geschwindigkeit gibt also kein brauchbares Bild von dem Verhalten der Kraftstoffe im gesamten Bereich.

3. Einflüsse auf den Klopfwert in Fahrzeugmotoren:

Die Ergebnisse der Klopfmessung in Fahrzeugmotoren werden in ähnlicher Weise wie die Oktanzahl durch verschiedene Einflüsse verändert.

- 4 -

a) Geschwindigkeit:

Verschiedene Kraftstoffe reagieren sehr verschieden auf die Drehzahlen des Motors. Abb. 6 zeigt, wie in den Strassenversuchen sich bei steigender Geschwindigkeit Crackbenzin immer ungünstiger verhält, während es bei niedrigen Drehzahlen überhaupt nicht klopft, eine ähnliche Erscheinung, wie sie in Abb. 1 bereits für einen Einzylindermotor gezeigt wurde.

b) Mischungsverhältnis Luft:Kraftstoff:

Abb. 7 zeigt, wie stark das Mischungsverhältnis das Ergebnis beeinflusst, wenn man zwei Kraftstoffe miteinander vergleicht.

c) Zündung.

Nach Angabe von Mc. Gregor und K.R. Eldredge ⁵⁾ kann in manchen Wagen eine Änderung der Vorzündung um 1° Unterschiede ergeben, die 3,5 Oktanzahlen ausmachen.

d) Flüchtigkeit.

(1) Von Kraftstoffbestandteilen: Campbell, Lovell und Boyd ⁶⁾ weisen auf die Möglichkeit hin, dass sich im ~~Motor~~ ^{Fahrer}zeugmotor Mischkraftstoffe in den Ansaugleitungen entmischen können. So könnte die praktische gute Bewährung von Benzolgemischen dadurch erklärt werden, dass das leichter flüchtige Benzol mehr in die Zylinder käme, die mageres Gemisch erhalten, die also dann relativ besseren Kraftstoff bekommen. Beim Beschleunigen könnte dagegen das fette Gemisch durch Kondensation an den Wänden eine Abscheidung der höhersiedenden und klopfenden Benzinanteile geben, die wiederum ein - kurzfristiges - Anreichen des Gemisches an Benzol verursachen kann.

(2) Von Gegenklopfmitteln: Ähnlich tritt eine verschiedene Beurteilung zwischen Ein- und Mehrzylindermotor bei Gegenklopfmitteln ein, bei denen sogar stark mit Entmischung in der Ansaugleitung gerechnet werden muss. Zwischen Bleitetraäthyl und Bleitetramethyl zeigten sich folgende Unterschiede im Ein- und Mehrzylindermotor:

65709396

Ruhlenz in Aktien-Gesellschaft
Uckehausen-Köln

Zahlentafel

Bewertung von Gegenklopfmitteln im Ein- und Mehrraylinder-Motor

Bewertung	O k t a n z a h l	
	3 ccm Tetramethylblei	3 ccm Tetraäthylblei
CFR-Motor (ASTM)	76	77
Wagen 1	78	68
" 2	83	72
" 3	82	74
Mittel d. Wagenwerte	81	71

Das leichter flüchtige Bleitetramethyl wird also in den längeren Ansaugleitungen der Wagenmotoren weniger entmischt als das höhersiedende Bleitetraäthyl. Der Beweis, dass die Unterschiede reine Flüchtigkeitsunterschiede sind, liegt darin, dass bei einer Erhöhung der Gemischtemperatur von 40 auf 65°C die Wirksamkeit des Bleitetraäthyls wiederum entsprechend der CFR-Motorbewertung günstiger wurde, wie die Abb. 8 und 9 zeigen.

4. Welche Unstimmigkeiten sind beim Vergleich zwischen Oktanzahl und Strassen - oder Motorverhalten der Kraftstoffe zu erwarten?

Zweck der Oktanzahlbestimmung ist die Festlegung des praktischen Verhaltens der Kraftstoffe in Verbrennungsmotoren. Die Wahl der Versuchsbedingungen für diese Prüfung geschah in USA 1932 auf Grund ausgedehnter Vergleichsversuche zwischen den in USA damals üblichen Auto-Motoren und den Prüfmotoren (CFR-Motoren). Dabei wurden die Mittelwerte der in sehr verschiedenen Automobilen festgestellten "Strassenklopfwerte" der Kraftstoffe den Research-Oktanzahlen gegenübergestellt. Da sich hierbei zeigte, dass die Beziehung recht ungenügend war, wurden darauf hin die Prüfbedingungen so abgeändert, dass die Übereinstimmung besser wurde. Die neue Methode erhielt die Bezeichnung "Motor-Methode" und ist vor allem durch die höhere Drehzahl von 900 U/Min. und die Gemischvorwärmung auf 149°C gekennzeichnet. Die Strassenklopfwerte wurden damals in der Weise bestimmt, dass für den

Versuchskraftstoff und für die sich immer um 10 % unterscheidenden Bezugsgemische aus zwei Benzinen der OZ 44 und 47 die Geschwindigkeit (Beschleunigung 1. Ebene oder Verlangsamung bergauf) festgestellt wurde, bei der kein Klopfen mehr zu verzeichnen war. Bei den weiteren Versuchen wurde dann davon abgegangen und die maximale Klopfstärke - unabhängig von der dabei herrschenden Geschwindigkeit als Vergleichspunkt für die Beurteilung der Kraftstoffe angewendet. In dieser Auswertung sind nun noch eine Reihe von Einflüssen erhalten, die einen einfachen Vergleich zwischen Octanzahl und Straßenklopfwert erschweren. So machen Gemischbildung, Füllungsgrad, Temperaturen im Motor die Aufnahme von Diagrammen erforderlich, die erst ein Gesamtbild der praktischen Brauchbarkeit der Kraftstoffe ergeben.

Die Auswertung der amerikanischen Versuche geschah in der zweiten Versuchsreihe ebenso wie in der ersten dermaßen, daß eine Mittelwertbildung erfolgte und die nach der Motormethode (ASTM-Methode) ermittelten Octanzahlen den Mittelwerten der Straßenversuche für alle untersuchten Kraftstoffe gegenübergestellt wurde. Dabei wurde betont, daß Unterschiede in der Auswertung der Straßenversuche (sei es nach dem Vergleich mit Bezugsgemischen, sei es nach der von den Klopfkurven umschlossenen Fläche oder nach dem stärksten Klopfen) noch Gegenstand weiterer Untersuchung sein müßte. Auch wäre es noch durchaus dahingestellt, ob das CFR-Motorverfahren das endgültige bliebe, wenn sich z.B. die Bauarten der Wagen wieder änderten. Tatsächlich ist neuerdings eine Abkehr von der übermäßigen Gemischvorwärmung bei der Octanzahlbestimmung zu verzeichnen, indem nämlich beim I 3 - Verfahren anstatt der 300° F nur 260° F angewendet werden, wie es bei der englischen Air Ministry-Prüfweise schon seit längerer Zeit üblich ist. Aber darüber hinausgehend versucht man jetzt in USA wiederum ohne Gemischvorwärmung auszukommen - genauere Unterlagen sind bisher nicht veröffentlicht. Man sieht aus diesen Bestrebungen, daß die Anpassung der Prüfbedingungen an die verschiedenen Motoren vor allem durch Änderung der Gemischtemperatur versucht wird. Deshalb wurde auch der Vorschlag gemacht, für künftige Versuche die Octanzahl bei verschiedenen Temperaturen zu bestimmen und die geeignetste der neuen Bestimmungsmethode zugrunde zu legen. Dieser Versuch erscheint abwegig. Solange die Motorbauarten weiter in der Entwicklung begriffen sind

wird nämlich notwendig sein, das Prüfverfahren dauernd den sich - ändernden Verhältnissen anzupassen, ein vernünftiger gleichbleibender Wertmaßstab wird aber dann für die Klopfestigkeit in der nächsten(Ze)it nicht aufgestellt werden können. Vor allem aber ergibt sich, daß damit auch die Octanzahl als Ein-Punktverfahren in Zukunft an Bedeutung verlieren und zugunsten einer kurvenmäßigen Beurteilung verlassen werden sollte. Auch dieser Vorschlag tritt schon verschiedentlich in der Literatur auf, erstmalig wohl im "severity factor", bei dem von Brooks der Unterschied zwischen Motor- und Research-Octanzahl dem Unterschied zwischen Research-Octanzahl und Straßenklopfwert gegenübergestellt wird.

5. Möglichkeiten zur Verringerung der Abweichungen zwischen Octanzahl bezw. Prüfmotor und Motorverhalten von Kraftstoffen.

Betrachtet man die verwickelten Verhältnisse bei der Kraftstoffprüfung, dann kommt man zu der Übertragung, daß eine Dauerlösung nicht möglich ist, wenn man die Bestimmung in ein Prokustesbett zwingt. Der Wert der Octanzahl wird nicht gemindert, wenn man sie in ihrer bisherigen Ausführung nunmehr verläßt. Sie hat erstmalig die zahlenmäßige Erfassung des motorischen Verhaltens der Kraftstoffe ermöglicht und die wertvollste Hilfe bei der Entwicklung der hochklopfesten Kraftstoffe geleistet. Ihre unbedenkliche Anwendung auf sämtlichen Otto-Motoren hat ihr aber dermaßen geschadet, daß sie in der bisherigen Form nicht mehr lebensfähig erscheint (außer, wenn die Motorbauarten sich vollkommen aneinander angleichen würden.) Bleibt man überhaupt bei der Octanzahl, dann besteht ein möglicher Ausweg darin, den Änderungen der Octanzahl mit der Temperatur in Motoren verschiedener Bauart Rechnung zu tragen und die Kraftstoffprüfung so vorzunehmen, daß man bei verschiedenen Gemischtemperaturen (ohne Vorwärmung 50, 100 und 150° C. Gemisch

temperatur) die Octanzahlen bestimmt, gleichzeitig aber stets die Verdichtung bei Klopfbeginn vermerkt. Je nach den Temperaturbedingungen der einzelnen Automotoren wäre nunmehr zur Beurteilung der Kraftstoffe die Auswahl derjenigen Temperatur im Diagramm möglich, die der Eigenart des in Frage kommenden Motors entspricht. Dabei muß man voraussetzen, daß die Füllungsgrade bei den verschiedenen Drehzahlen bei allen Motoren im großen ganzen übereinstimmen, die Gemischzusammensetzung über die verschiedenen Drehzahlenbereiche die gleiche bleibt und die Zündung für die verschiedenen Kraftstoffe ebenfalls ohne Fälschung der Ergebnisse gleich gehalten werden könnte. Diese Annahmen treffen nicht zu. Man muß sich also begnügen, den Haupteinfluß - den der Gemischtemperatur - im Fahrzeugmotor unter Bedingungen zu erfassen, die mit denen des **CFE**-Motors möglichst vergleichbar sind und könnte dann berechtigter Weise die beiden Ergebnisse in Beziehung setzen. Diese gegenseitige Abstimmung ist sehr schwer, aber trotzdem notwendig, wenn man bei der Octanzahl bleibt. Denn nur dann, wenn die Bedingungen in beiden Motoren vergleichbar sind, kann man selbst bei der Berücksichtigung der in den Fahrzeugmotoren herrschenden Gemischtemperaturen - eine Übertragung vom **CFE**-Motor auf den Fahrzeugmotor vornehmen. Man müßte also z.B. nicht den Bezugskraftstoff, sondern den Versuchskraftstoff selbst auf einen bestimmten Luftüberschuß (höchste Leistung, geringsten Verbrauch, 0.9 usw.) bringen. Die Gleichmäßigkeit der Gemischzusammensetzung wäre während des Versuches - zum mindesten nach einem Eichdiagramm für die betreffende Vergasereinstellung und verschiedenen Geschwindigkeiten - ebenso, wie die jeweilige Zündeneinstellung laufend zu überprüfen. Diese sollte auch für den Versuchskraftstoff und die gewünschte Gemischzusammensetzung festgelegt werden. Die mittleren Verbrennungsraumtemperaturen wären mit einem einheitlichen Thermoelement festzustellen und ergäben zusammen mit den Messungen der Gemischtemperatur die Möglichkeit zur Auswahl jener Temperatur, die für die Bestimmung der für diese Bedingungen zutreffende Octanzahl im Octanzahl-Temperaturdiagramm genommen werden muß.

Verläßt man die Octanzahl, so kann man ein anderes Maß der Klopfestigkeit wählen, wie z.B. die zulässige Grenzverdichtung bei verschiedenen Temperaturen des angesaugten Gemisches (vgl. Abb. 10) und mittels einer Eichung auf Bezugskraftstoffe wiederum ein in verschiedenen Motoren vergleichbares Ergebnis erhalten, wenn man unter den bereits erwähnten Vorsichtsmaßnahmen die Grenzverdichtungen bei Temperaturen feststellt, die für den in Frage kommenden Motor gelten. - Beide Verfahren verwenden Bezugskraftstoffe, die im allgemeinen wiederum gegenüber Octan geeicht werden.

Alles, was bisher besprochen wurde, zeigt nun, daß die Wahl von Bezugskraftstoffen für den Vergleich von Versuchskraftstoffen eine Voraussetzung hat, die nicht erfüllbar ist, besonders, wenn es sich darum handelt, Kraftstoffe sehr verschiedener Herkunft zu untersuchen: daß nämlich das Gemisch der Bezugskraftstoffe dieselben Temperaturabhängigkeiten und sonstigen Abhängigkeiten aufweist, wie der damit verglichene Kraftstoff. Da dies nicht der Fall ist, ergeben sich folgende Verschiebungen:

- (1) Verwendet man Stoffe, die nicht sehr temperaturabhängig sind, wie z.B. straight run-Benzine, so werden temperaturabhängigere Benzine, wie z.B. Crackbenzine, vor allem beim Vergleich des Klopfens bei höherer Fahrgeschwindigkeit, gegenüber der Octanzahl schlechter beurteilt.
- (2) Verwendet man stark temperaturabhängige Kraftstoffe, wie z.B. Crackbenzine, so werden umgekehrt die straight run-Benzine höher bewertet als es der Octanzahl entspricht.
- (3) Wird gefordert, daß ein Fahrzeugmotor mit Kraftstoffen der Octanzahl 74 auskommt, und stellt man so ein, daß er tatsächlich mit einem bestimmten Gemisch aus z.B. Naturbenzin und Benzol kloppfrei betrieben werden kann, so ist deshalb noch nicht gesagt, daß er auch mit einem anderen Kraftstoff der Octanzahl 74 einwandfrei läuft.

Wenn die Entwicklung der Motoren auf Kraftstoffe bestimmter Klopfestigkeit abgestellt werden soll, so muß man deshalb vor allem darauf Rücksicht nehmen, daß der am stärksten temperaturabhängige Kraftstoff, z.B. der Octanzahl 74, zum Vergleich dient, vorausgesetzt, daß man vollkommen kloppfreien Betrieb erzielen will. Gäbe es nur eine Art von Kraftstoffen, so beständen gar keine Schwierigkeiten. Gerade mit der Aussicht auf Verwendung von Methanol, Äthanol, Bleibenzin, Eisenkarbonyl, Benzol, Crackbenzin, synthetischem Benzin muß man aber diese Unsicherheiten in

*Ruhrbergwerk Aktiengesellschaft
Oberhausen-Holten*

- 10 -

56203300

der vorgeschlagenen oder einer ähnlichen Form ausschalten. Bevor deshalb umfangreiche Versuche über die Einstellung der Motoren auf die Octanzahl 74 gemacht werden, dürfte es angeraten sein, entsprechend den gemachten Ausführungen folgendermaßen vorzugehen:

- (1) Bestimmung der Temperaturabhängigkeit des Klopfverhaltens der wichtigsten in Aussicht genommenen Kraftstoffe, gemessen nach Octanzahl und zulässiger Grenzverdichtung.
- (2) Bestimmung der in den wichtigsten Fahrzeugmotoren herrschenden Gemisch- und mittleren Verbrennungsraumtemperaturen.
- (3) Feststellung, wie sich der am stärksten und der am wenigsten temperaturabhängige Kraftstoff derselben Octanzahl 74 über den gesamten Bereich verhalten.
- (4) Dabei Einhaltung folgender Bedingungen:
gleicher Luftüberschuß und Zündung für Bestleistung für jeden einzelnen Kraftstoff und jede Drehzahl, Kontrolle des Luftüberschusses (laufend oder nach Eichkurve), sowie der Zündung.
- (5) Aufnahme der Klopfkurve über die Fahrgeschwindigkeit

Berlin - Adlershof, den 19. April 1938

gez.: Dr. Alexander von Philippovich

v. Ph./Bn.

Abbildung zu dem Referat über Octanzahl und Straßenklopffwert.

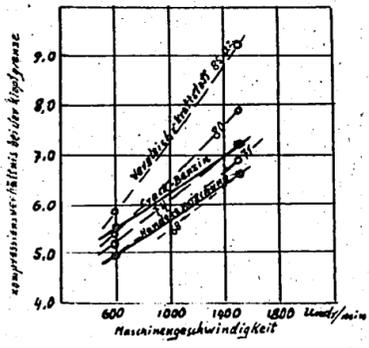
- Abb. 1 : Klopffverhalten verschiedener Benzine bei verschiedener Drehzahl im Einzylinder-Motor
" 2 : Änderung der Octanzahl bei verschiedenen Prüfbedingungen
" 3 : Änderung des Klopffverhaltens von verschiedenen Kraftstoffen in drei Fahrzeugmotoren mit der Drehzahl (Geschwindigkeit)
" 4 : s.o. Wagen b
" 5 : " " c
" 6 : Änderung des Klopffverhaltens zweier Benzine in einem 1934er Wagen m. d. Geschwindigkeit
" 7 : Einfluß des Kraftstoff-Luftverhältnisses auf das Klopfen
" 8 : (Vergleich von Bleitetramethyl und -äthyl bei 40 und 65° C
u. 9)
- Abb. 10 : Zulässige Überladung von Kraftstoffen bei verschiedenen Temperaturen

Literaturschau

- 1) S.D. Heron, Fuel requirements of the gasoline aircraft engine, J. SAE 27, 694 (1930)
- 2) LA Peletier, The effect of temperature on knock rating, Proc. World Petr. Congr. 2, 165 (1933)
- 3) C.B. Veal, Detonation road tests, J. SAE 36, 165 (1935)
- 4) R Stansfield, the correlation of road and laboratory knock ratings of motor fuels, The Science of Petroleum 3066
- 5) Mc. Gregor u. K. R. Eldredge, Testing automotive fuels for octane ratings, Autom. Ind. 22.5.1936, S. 776
- 6) J.M. Campbell u.T.A. Boyd, Measurement of the knocking characteristics of automotive fuels, The Science of Petr. 3057
J.M. Campbell, W.G. Lovell u.T.A! Boyd, Relative knocking characteristics of motor fuels in service, J.SAE 40, 144 (1937)

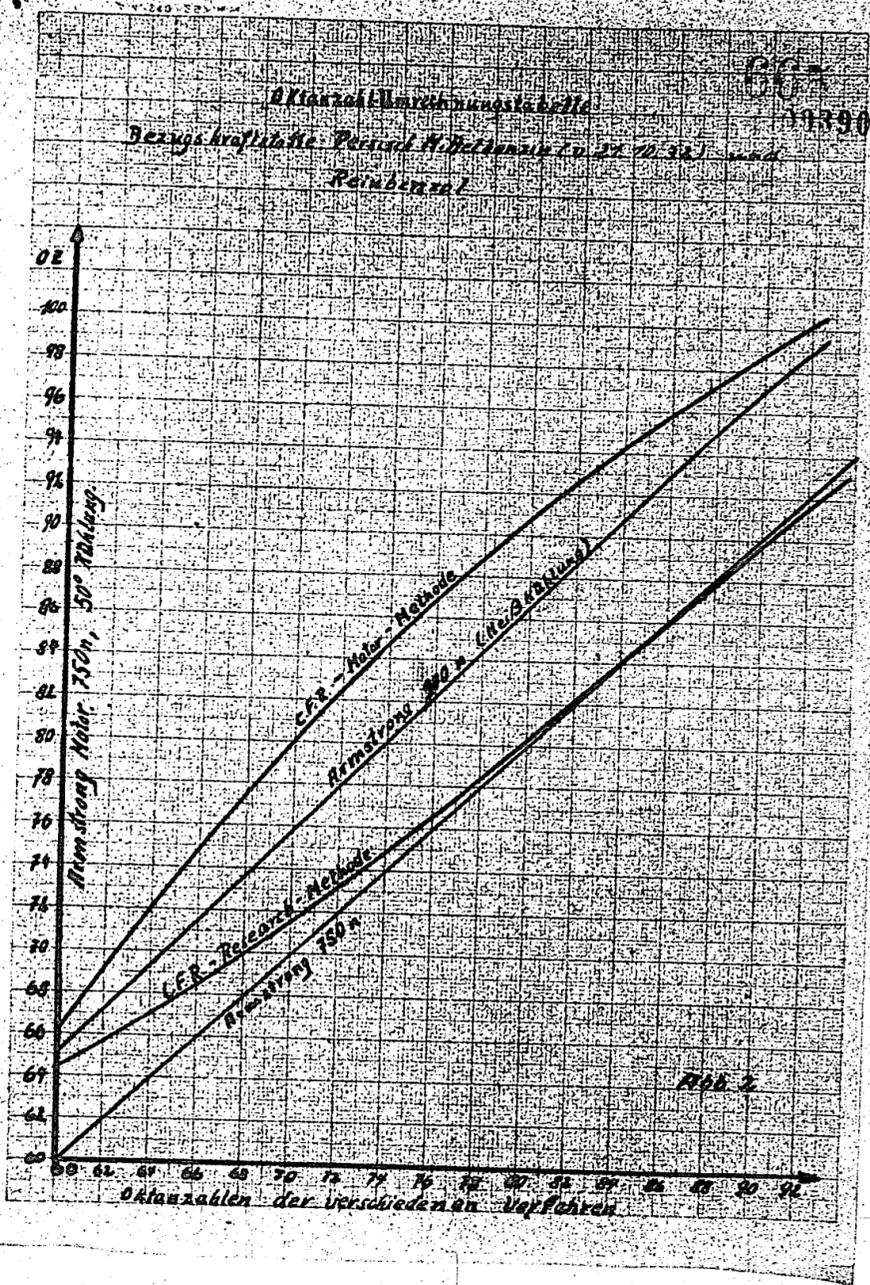
003961

664



Einfluss der Maschinengeschwindigkeit auf die Klopferleistung bei einzylindrischer, veränderlicher Kompression. Endzeitpunkt und Gemisch eingestellt für stärkste Belastung. Manteltemperatur 100°C, Gemischtemperatur 21°C.

Abb. 1



666

003003

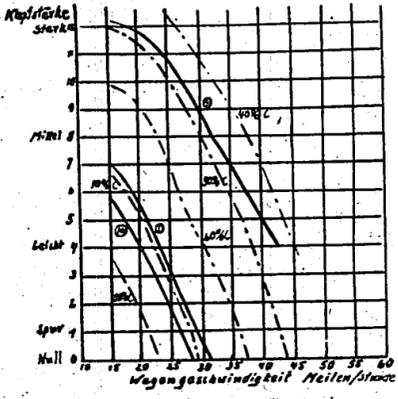


Abb. 3

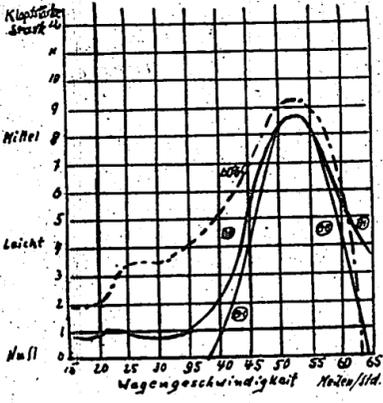


Abb. 4

667

003904

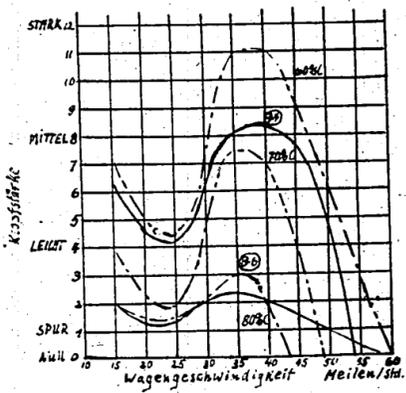


Abb. 5

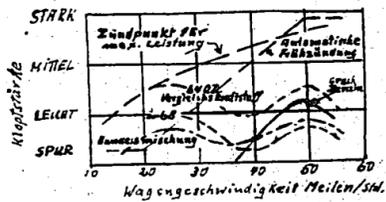
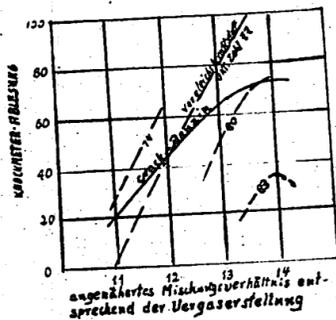


Abb. 6

Klopfcharakteristik für 2 verschiedene Bauweise in 1. Wagen vom Baujahr 1934

668

003955



Beziehung zwischen Vergasstellung und Klopfverhältnis bei Cocchionzin und den Vergleichskraftstoffen A 3 und C C 8. Einzylindermaschine kopfsteuert. Verdichtung 6 : 1. Tourenzahl 750 n. Zündung 30° vor oberer Totpunktlage. Einleittemperatur 100°C. Keine Gemischverdünnung.

Abb. 7

669

003078

Abb. 8



Vergleich von Tetraethyl- und Tetraäthyl-blei zugemischt einem Straight-Run-Derzin. AcContemperatur $7,2^{\circ}\text{C}$. Normale Gemisch-Heizung, Gemischtemperatur $40,5 - 43,5^{\circ}\text{C}$ bei 20 Meilen/Std. Zündung eingestellt auf gleichzeitiges Klopfen.

Abb. 9



Vergleich von Tetraethyl- und Tetraäthyl-blei zugemischt einem Straight-Run-Derzin. Gemischtemperatur $65,5 - 68,5^{\circ}\text{C}$ bei 20 Meilen/Std. & keine Prüfbedingungen wie Abb. 8.

Zulässige Umladungen im Kraftstoffsystem bei verschiedenen Gemischtemperaturen

Prüfmotor: CFR-Motor, $n=600$ Umd./min $\epsilon=6,0$

Verdünnung cond. = 13°

a. Frischbenzin	87,02
b. Techn. Iso-Oktan	93,02
c. Techn. Iso-Oktan + 10% 2-Blechäthyl	110,02
d. Dreier-Gemisch	98,02
e. Dreier-Gemisch	87,02

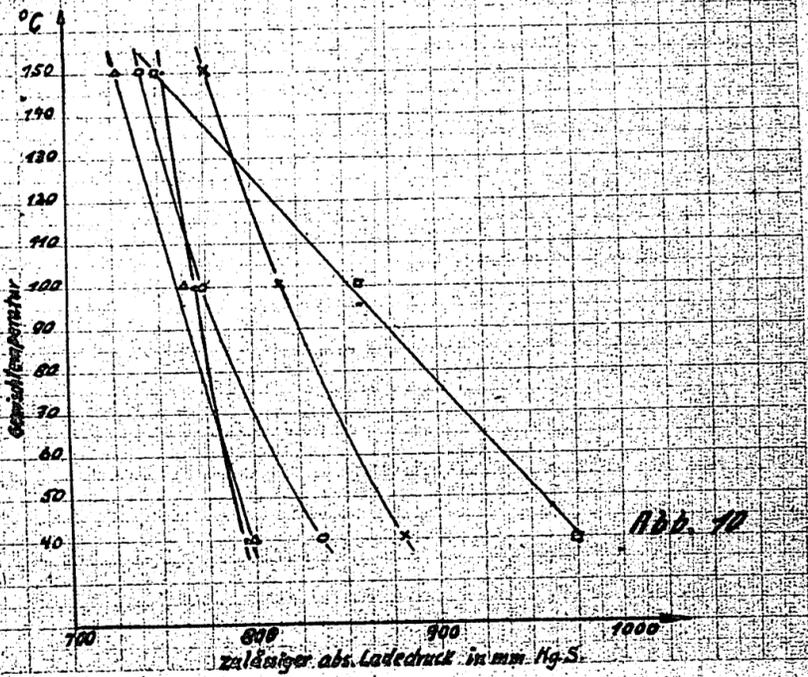
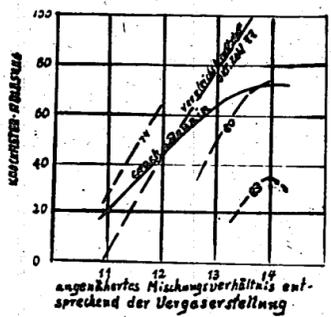


Abb. 10

zulässiger abs. Ladedruck in mm Hg S.

871
00908



Beziehung zwischen Vergaserstellung und Klopfverhältnis bei
Crackbenzin und den Vergleichskraftstoffen A 3 und C C 8.
Einzylinderverschiebe kopfstreut. Verdichtung 6 : 1.
Vorgeschalt. 750 u. Zündung 30° vor oberer Totpunktlage.
Einschaltemp. 100°. Keine Gemischverdünnung.

Abb. 7

003000
672

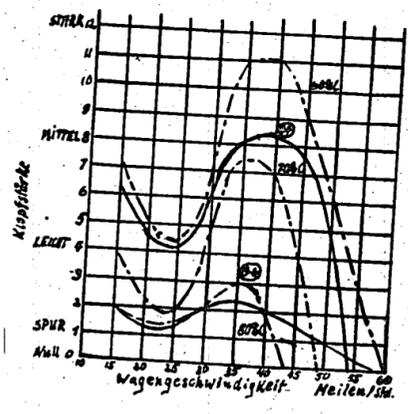


Abb. 5

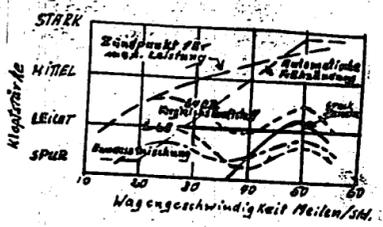


Abb. 6

Klopfförde für 2 verschiedene Bauart in 1. Wagen vom Baujahr 1934

003610

873

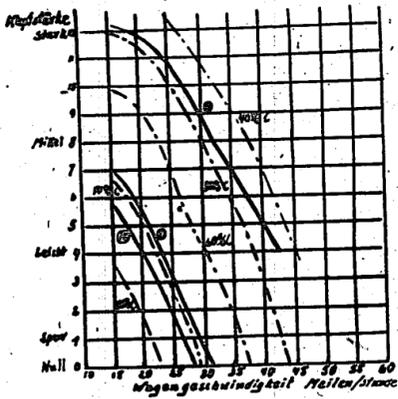


Abb. 3

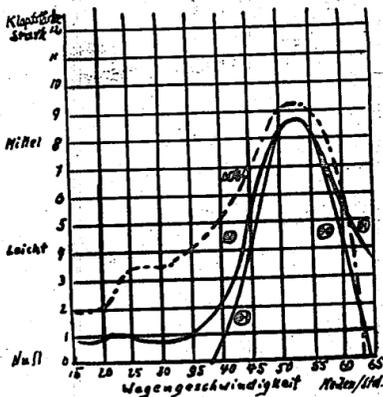
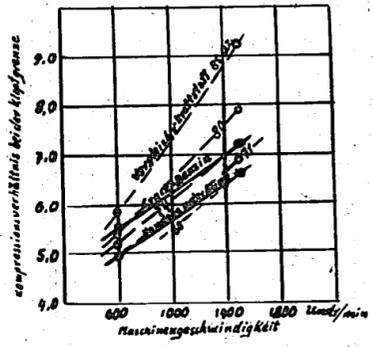


Abb. 4

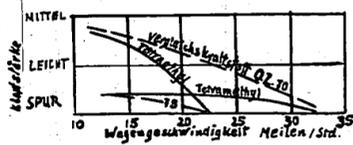
003011

874



Wirkung der Maschinengeschwindigkeit auf die Klopfverhältnisse beim Einzylindermotor. Veränderliche Kompression. Zündzeitpunkt und Gemisch eingestellt für stärkste Belastung. Kurbeltemperatur 100°C. Gemischtemperatur 21°C.

Abb. 1



Vergleich von Tetraethyl- und Tetraäthylblei zugemischt einem Straight-Run-Benzin. AcZentemperatur 7,2°C. Normale Gemisch-Einspritzung, Gemischtemperatur 40,5 - 43,5°C bei 20 Meilen/Std. Zündung eingestellt auf gleichzeitiges Klappen.

002012

675

Abb. 8



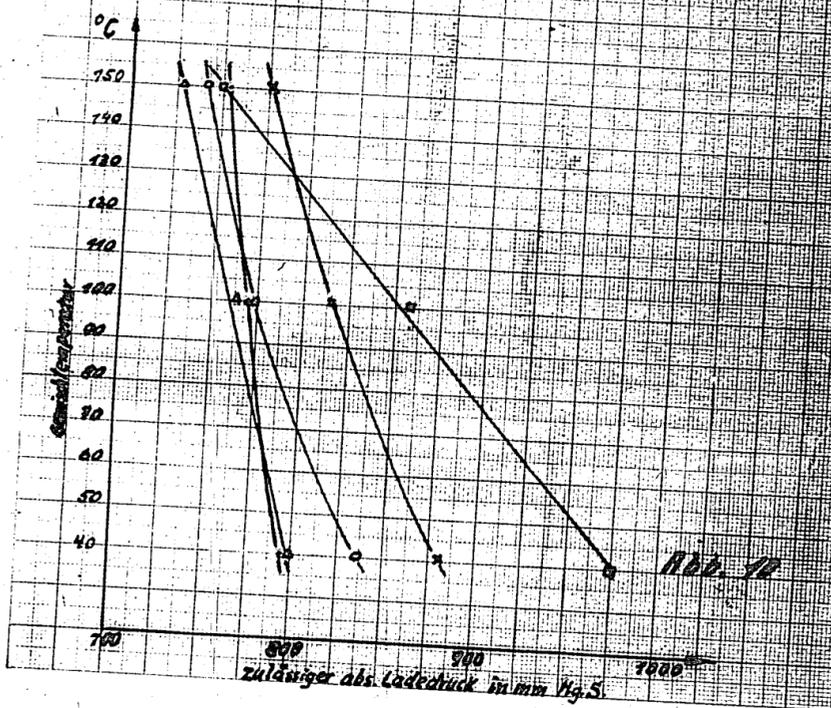
Vergleich von Tetraethyl- und Tetraäthylblei zugemischt einem Straight-Run-Benzin. Gemischtemperatur 65,5 - 68,5°C bei 20 Meilen/Std. Andere Prüfbedingungen wie Abb. 8.

Abb. 9

Zulässige Überladung von Kraftstoffen höher Oktanzahlen bei ver-
 schiedenen Gemischtemperaturen

Prüfmotor: C.K. Motor, $n = 600 \text{ U/min}$ $\epsilon = 6,0$ 676
 Verdünnung $\text{G.D.S.} = 13,9$

Δ Flugbenzin	87 AK
\circ Techn. 110-Oktan	88 AK
\times Techn. 110-Oktan + 10% 115-Dimethylnaphthalin	110 AK
\bullet Diesel-Gemisch	80 AK
\square Diesel-Gemisch	8103



Oktanzahl-Umrechnungstabelle 0030
 Bezugs kraftstoffe: Persisch N. Ref. Benzol (v. 27. 10. 33) und
 Reimbenzol

677

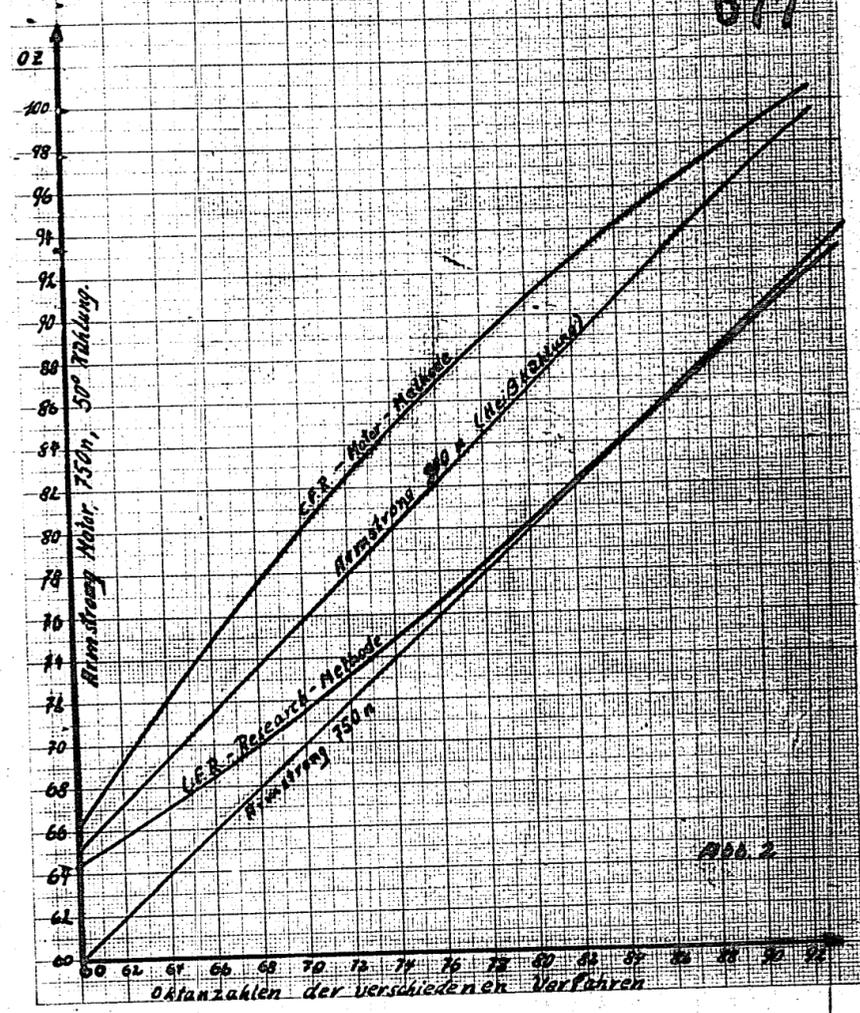


Abb. 2