

9421



I. G. FARBENINDUSTRIE AKTIENGESELLSCHAFT
LUDWIGSHAFEN AM RHEIN

Durch Motorenversuche wird die Mehrleistung des Methanols verglichen. Es wird gezeigt, daß die Leistung bei Methanol bei niedrigeren Temperaturen weit weniger abhängig ist als bei Benzin.

Ergebnisse an nach Zündkerzen ergaben keine höheren Zündtrockenleistungen als bei Benzinbetrieb. Da aber bei Methanol offenbar bei sehr niedriger Belastung Glühzündungen auftreten, muß angenommen werden, daß diese schon bei geringeren Zündtrockenleistungen eingeleitet werden. Es gelang nicht, den Zerfall des Methanols an heißen Flächen durch Zusätze zu Methanol zu verhindern. Es müssen deshalb bei Methanol-Betrieb glühfestere Kerzen verwendet werden.

9422

Abgeschlossen am: 3. Jan. 1944.L.

Bearbeiter: Uebering, Dr. Penzig

Die vorliegende Ausfertigung 3 enthält

12 Textblätter, 1 Anlage,

13 Bildblätter, (Nr. 339 - 350 u. 378C)

1 Berichts-Versammlung 2 Blattentwurf

Physikalische Eigenschaften

Methanol und Gemischtheorie

Methanol unterscheidet sich, wie alle Alkohole von den Alkanen durch einen Sauerstoff-Kraftstoffzusatz grundsätzlich durch seinen Gehalt an Sauerstoff.



Methan



Ethan



Die Querschnitte von Düsenöffnungen bei Vergasern oder von Pumpenzylindern bei Einspritzdüsen sind also bei Übergang auf Methanol zu verdoppeln. Es ist weiterhin auf ausreichende Querschnitte in Hähnen und Filtern zu achten. Kraftstoffbehälter müssen mit einem gegenüber Benzin doppelt so großen Fassungsvermögen vorgesehen werden, wenn die Reichweite unverändert bleiben soll.

Methanol hat nun, da es gewissermaßen teilweise verbrannt ist, einen Luftbedarf, der etwa nur einhalbmahl so groß ist als bei Benzin. Der geringe Heizwert und der geringe Luftbedarf führt vereint dazu, daß der Heizwert eines Raumteils fertigen Gemischs bei Methanol fast ebenso groß ist als bei Benzin. Der Luftheizwert, d. h. die Energiemenge, die beim Verbrennen von 1 kg Luft mit dem betreffenden Stoff frei wird, ist bei Methanol sogar etwas höher als bei Benzin.

Für die Leistung ist jedoch der Gemischheizwert maßgebend und es ist zunächst überraschend, daß beim Methanol recht beträchtliche Mehrleistungen erzielt werden können. Die Ursache liegt in der Volumenvermehrung und in der Abkühlung des Gemischs.

Unter Volumenvermehrung wird die Zunahme des Gasvolumens bei der Verbrennung verstanden, wobei man sich die Verbrennungsgase auf Druck und Temperatur

Die Vol.-Verm. hebt allerdings lediglich den Einfluß der niedrigen Verbrennungs-Endtemperatur auf. Die Gegenläufigkeit von Verbr.-Temperatur und Vol.-Vermehrung ist eine grundsätzliche Eigenschaft der Kraftstoffe.

2) Explosivität

Methanol ist bei Methanol auch bei einer Flammpunktemperatur von 11°C explosionsfähig. Es ist leicht entzündlich und brennt mit blauer Flamme. Bei höheren Temperaturen und einer sehr geringen Konzentration in geschlossenen Gefäßen. Obwohl jedoch ein Methanol-Luft-Gemisch bei niedrigen Temperaturen eine Selbstzündung der Luft mit Sauerstoff (Sauerstoff-Luft-Gemisch), so ist dies bei Methanol nicht der Fall. Es könnte also folgende Gefährlichkeit mit Methanol gefüllte Gefäße bei niedriger Temperatur gefährlicher sein als solche mit Benzin. Die praktische Erfahrung hat jedoch noch keinen Anlaß dafür gegeben, bei Methanol mit größerer Vorsicht zu verfahren, als bei Benzin. Methanol-Luft-Gemische können leicht gezündet werden, da sich Methanol mit Luft mischt und brennt. Es ist also zu beachten.

Die explosivsten Gemische liegen, wie die Benzol-Luft-Gemische, bei einem Methanol-Luft-Gemisch von 14% Methanol. Bei einem Überschuss von 60% verdunstet, verdunstet.

3) Korrosion

Methanol korrodiert besonders Eisen, Blei und Zink, Aluminium, Eisen und Kupfer werden nicht besonders stark angegriffen. Bemerkenswert ist, daß feuchtes Methanol (1-2% Wassergehalt) sehr viel weniger korrodiert als das trockene Reinemethanol.

Methanol greift die Membranen von Kraftstoffpumpen sowie Lacke aller Art an. Schläuche aus Kunststoff, die geringe Mengen Wasser enthalten, wie z.B. der Silberschlauch der Techno-Chemie, werden ausgetrocknet und spröde. Korkschwimmer müssen durch einen Überzug aus Gelatine, gegerbt mit Formaldehyd, geschützt werden, die übliche Lackierung wird gelöst.

Gummi ist in Methanol beständig, es könnten also Schlauchleitungen, Dichtungen und Membranen aus üblichem Gummi hergestellt werden.

4) Löslichkeit

Methanol löst sich im Gegensatz zu Äthanol in nur geringer Menge in Benzin (etwa 3%). Dagegen ist es in Benzol und Äthanol unbeschränkt löslich. Soll Methanol mit Benzin gemischt werden, so ist ein Lösungsvermittler notwendig.

Methanol kann als dritte Mischungsbestandteile Bunsin beizugeben werden, auch Isooctylalcohol ist schon in geringen Mengen wirksam. Genauer Angaben über die Menge des erforderlichen Mischungsbestandteils können nicht gegeben werden, da diese sehr von der Signatur des jeweiligen verwendeten Bunsins abhängt.

Methanol läßt sich nicht in Motoröl. Es müßte deshalb beifügt werden, daß unververndertes Methanol in Motorölklassen mit dem Schmierstoff eine Emulsion bildet. Versuche haben jedoch gezeigt, daß auch unter ungünstigsten Bedingungen kein Methanol in Motorölklassen auftritt, da es offensichtlich in Gegensatz zu den schwer siedenden Resten von Bunsin leicht abkocht.

3) Motor-Versuche.

1) Versuche am 10-Verdichtungs-Motor bei verschiedenen Drehzahlen.

Es wurde ein 10-Verdichtungs-Motor, Baukasten II, mit Zylinder 10 cm, unter folgenden Bedingungen benutzt:

Verdichtungsverhältnis	1:7
Drehzahl	2000/min
Ventilüberschneidung	50° (A-Stellung)
Ladelufttemperaturen	30, 50, 80, 100, 120°
Ladeluftdruck	900 und 1000 Torr
Zündzeitpunkt	30° v. o. Z.
Einspritzzeitpunkt	30° n. o. Z.
Kraftstoff	Bunsin (50% Ar. + 0,12% Ph.) Methanol (roh, 1-2% Wasser).

Auf Blatt 6 ist zunächst dargestellt, wie sich bei einem Ladedruck von 1000 mm die Leistung in Abhängigkeit vom Kraftstoffverbrauch ändert. Die Leistung ist bei Methanol beträchtlich höher, und wie bereits erwähnt, kann auch Methanol weitaus mehr vermagert werden als Bunsin, das bereits bei $\lambda = 1,2$ Aussetzer zeigte. Der Verbrauch, dargestellt in g/PS_h ist bei Methanolbetrieb annähernd doppelt so hoch als bei Bunsin.

Die Versuche wurden bei verschiedenen Ladelufttemperaturen durchgeführt und es ist bemerkenswert, daß Methanol bei Erhöhung der Temperatur sehr viel weniger an Leistung verliert als Bunsin. Die Darstellung auf Blatt 7, in Abhängigkeit vom Luftüberschuß gibt dasselbe Bild. Gleichzeitig sind auch die

Verhältnisse in kcal/Kg angegeben. Der Verbrauch von Methanol, der günstigsten Wert eines chemischen Füllungsgrads von 3% entsprechend, ist niedriger als der von Benzin, bei dem 3% erreicht werden. Die Abgastemperaturen sind bei Methanol den geringeren Gemischtemperaturen entsprechend, wirklich niedriger als bei Benzin.

Bemerkenswert ist nicht nur die Hochleistung des Methanols an sich, sondern auch die Tatsache, daß die Methanolleistung durch eine Erhöhung der Ladelufttemperatur nur sehr viel weniger vermindert wird, als dies bei Benzin der Fall ist. Es ist daher die Frage des Füllungsgrades, der bei den Versuchen folgende Werte annimmt:

Ladelufttemperatur	Füllungsgrad	
	Benzin	Methanol
10	0,99	1,07
30	1,02	1,19
60	1,05	1,35
100	1,09	1,51

Der Füllungsgrad des Methanols ist also höher als bei Benzin. Dieser Füllungsgrad ist aber nicht nur bei verschiedenen Temperaturen, sondern auch bei verschiedenen Drücken der Ladeluft, beide bezogen auf gleiche Temperatur und gleichen Druck der Ladeluft.

Dieser Füllungsgrad ist bei Methanol nicht nur höher als bei Benzin, sondern er steigt auch stark mit der Ladelufttemperatur an. Hierin liegt die Erklärung dafür, daß die Leistung bei Methanol von der Ladelufttemperatur weniger stark beeinflusst wird als bei Benzin.

Der Einfluß der Ladelufttemperatur auf den Füllungsgrad ist auf Blatt 8 dargestellt. Das Schaubild (unten) zeigt, daß mit zunehmender Ladelufttemperatur deren Wichte nach bekannten Gesetzen abnimmt. Die Wichte der Ladung sinkt zwar ebenfalls, jedoch in weitaus geringerem Maße, sodaß hieraus ein ständiges Ansteigen des Füllungsgrades mit zunehmender Ladelufttemperatur (Blatt 8, oben) erklärlich wird. Das Schaubild ist unter vereinfachten Bedingungen, wie beispielsweise einer unveränderten Verdampfungswärme des Methanols von 280 kcal und einer unveränderten spez. Wärme der Luft von 0,255 kcal/kg gerechnet worden. Es gilt für das stöchiometrische Verhältnis. Die Kurve des Methanol-Dampfgehaltes (Blatt 8, Mitte) gibt demzufolge gleichzeitig auch die Menge Methanol an, die während des Saughubs flüssig ist. Ist eine Ladelufttemperatur von 207°, die wenigstens zur

Bildung eines physikalischen Kraftstoff-Pumpdruck-Luftverhältnisses notwendig ist, wobei sich eine Kompressionsrate von etwa 15° einstellt, verbunden, so führt eine weitere Steigerung der Ladelufttemperatur zu einem Sinken des Füllungsgrades, sofern nicht durch weitere Zugaben von Methanol, also durch Verdünnung eine weitere Erhöhung erreicht wird. Wie stark die Erhöhung des Methanols ist, erhellt sich daraus, daß eine Steigerung der Ladelufttemperatur von 30 auf 120° die Temperatur der Ladung nur um 30° zu steigern vermag. Dieser Einfluß des Kraftstoffs auf die Ladungsichte sollte bei Benzol nicht vorliegen, da auch bei den gegebenen Temperaturen sehr große Densitäten als Pumpendruckmesser werden. Insbesondere aber scheint bei niedrigen Temperaturen noch flüssiger Kraftstoff vorhanden zu sein, dessen Verdampfung sich bei höheren Temperaturen günstig auswirkt. Der Ladeluftdruck wird demzufolge ebenfalls mit zunehmender Ladelufttemperatur höher.

Da es für den praktischen Gebrauch wichtig ist, den Verbrauch sowohl in g/kWh als auch in cm^3/kWh zu kennen, so sind auf Blatt 9 verschiedene Aufstellungen in dieser Abhängigkeit aufgestellt. Methanol, das bekanntlich auf den reinen Wärmeverbrauch sich am günstigsten verhält, erscheint besonders hinsichtlich des räumlichen Ausmaßes geeignet, um die Verhältnisse am besten darzustellen.

Entsprechend der größeren Einspritzmenge ist die Einspritzzeit doppelt so groß, sofern dieselben Pumpenelemente benutzt werden. Bei größeren Pumpenelementen muß auf die höheren Einspritzdrücke geachtet werden.

2) Beobachtungen an den Zündkerzen.

Schon bei früheren Versuchen mit Methanol an Fahrzeugmotoren wurde beobachtet, daß bei Methanol Glühzündungen unter Verhältnissen auftreten, bei denen dies bei Benzol nicht eintritt. Um diese Erscheinung näher aufzuklären, wurden Messungen über die Durchbruchspannung sowie über die Temperatur der Mittelelektrode durchgeführt.

Die Durchbruchspannung wurde dadurch bestimmt, daß in Nebenschluß zur Zündkerse eine ionisierte Funkenstrecke geschaltet und der jeweils nötige Mindestabstand der Spitzen als Maß für die an den Zündkerselektroden bestehenden Spannungen gemessen wurde. Zur Bestimmung der Elektrodentemperatur wurde die Mittelelektrode ausgebohrt und mit einem Thermoelement ausgerüstet.

Die Versuche wurden bei verschiedenem Luftüberschuß durchgeführt, wobei gleicher Mitteldruck durch verschiedene stärke Überladung erzielt wurde. Eine Versuchsreihe wurde mit einem Mitteldruck von 18,5, eine andere mit 19,5 kg/cm² durchgeführt. Die Überschlagsspannung kann nicht sehr genau bestimmt werden. Immerhin läßt Blatt 10 erkennen, daß die bei Methanol größer als bei Benzol ist. Die größere Durchschlagsspannung bei Methanol ist offensichtlich wegen der geringeren Temperatur der Ladung erforderlich. Die Bestimmung der Temperatur der Mittelelektrode ergab kein sehr klares Bild. Die Temperaturen sind am höchsten bei dem Luftüberschußzahlen, bei denen der günstigste Wirkungsgrad erreicht wird. Ein Vergleich mit Blatt 7 zeigt, daß dies bei Methanol bei größerem Luftüberschuß als bei Benzol der Fall ist, folglich liegen auch die höchsten Elektroden-Temperaturen bei Methanol bei höheren Luftüberschußzahlen. Die starke Abkühlung des Methanols macht sich in fetten Gebiet durch starkes Abfallen der Elektroden-Temperatur bemerkbar. Ein wesentlicher Unterschied in den Elektroden-Temperaturen ist im Bereich von 0,8 bis 0,9 nicht festzustellen. Am mindesten bei Methanol ist auch kein merklicher Einfluß der Leistung festzustellen. Ein besonderer Versuch bei unveränderlichem Luftüberschuß und verschiedenem Arbeitsdruck bestätigte dies. Die Abgastemperaturen sind bei Methanol niedriger als bei Benzol.

Auf Blatt 11 schließlich werden noch bei verschiedenem Luftüberschuß und verschiedenem Ladedruck Methanol und Benzol miteinander verglichen. Hierbei wurden zwei verschiedene Überladungen, 700 und 1000 Torr, angewandt. Bei den hier vorliegenden Leistungsunterschieden ist auch der Einfluß auf die Elektroden-Temperatur deutlich bemerkbar. Bei einer Mehrleistung von etwa 25% treten bei Methanol Elektroden-Temperaturen auf, die 100° höher sind als bei Benzol. Die Durchbruchspannungen sind bei Methanol stets höher, die Abgastemperatur niedriger als bei Benzol.

Wie schon bei früheren Versuchen festgestellt, ist der günstigste Zeitpunkt bei Methanol derselbe als bei Benzol. (Blatt 12). Die Versuche wurden bei festem Luftüberschuß (0,85) durchgeführt. Bei einer Versuchsreihe wurde bei Benzol eine so hohe Überladung angewandt, daß die Leistung des Methanols erreicht wurde. Es ergab sich hierbei, daß dann das Benzol auch die Elektroden-Temperatur des Methanols erreichte. Die geringere Überschlagsspannung und die höhere Abgastemperatur blieben jedoch nahezu unverändert.

Es ist aus diesen Versuchen festzustellen, daß wohl Unterschiede in den höchsten Temperaturen auftraten, soweit sie durch die erhöhte Leistung bei Methanol bedingt sind. Bei gleicher Leistung treten bei Methanol jedoch keine höheren Temperaturen auf, bei fetten Gemischen sogar mit Sicherheit niedrigere. Aus diesen Versuchen kann also noch keine Klärung für die auffallende Überfestigkeit des Methanol-Betriebes gegenüber Glühzündungen gefunden werden.

In die Beobachtung der Elektroden-temperatur können Aufschlüsse über die Entstehung der Glühzündungen ergab, wurde versucht, festzustellen, unter welchen Bedingungen an Motor tatsächlich Glühzündungen auftreten. Bei den vor Jahren an Motoren durchgeführten Versuchen war das Auftreten von Glühzündungen durch das bekannte Vergasergetöse sehr genau zu beobachten. Diese Beobachtung ist darauf zurückzuführen, daß das frisch angesaugte Gemisch sich an der glühenden Elektrode entzündet und die Flammen bis zum Vergaser vordringen. Bei jetzigen Versuchen wurde der Motor mit Einspritzung betrieben, wobei kein solches Getöse eintrat und nur der Lichterscheinung sowie das Auftreten von hohen Temperaturen als Kennzeichen für Glühzündungen benutzt werden können. Es ist jedoch nicht möglich, die Glühzündungen zu beobachten, da der Motor nicht transparent ist. Es war möglich, mit einer derartigen Zündkerse Glühzündungen zu beobachten, welche unter den gleichen Bedingungen hervorzurufen, sank bei den jetzigen Versuchen die Glühfestigkeit ständig ab. Wie Nebenversuche zeigten, ist dies darauf zurückzuführen, daß der Kitt, mit der die Mittelelektrode im Isolator befestigt ist, aus-schmilzt, sodaß die Wärmeübertragung schlechter wird.

Die Versuche wurden so durchgeführt, daß der Motor allmählich stärker überladen wurde, bis Glühzündungen auftraten. Der Belastungsplan ist auf Blatt 13, oben, dargestellt. Längere Laufzeit ist also stets auch mit höherer Belastung verbunden. Der Motor wurde mit einem Gemisch für höchste Leistung, also Luftverhältnis 0,85, betrieben, wobei die Aufladung nach je 5 Minuten um 50 Torr gesteigert wurde, bis Glühzündungen auftraten. Wie die untere Darstellung auf Blatt 13 zeigt, ist die Wiederholbarkeit der Versuche sehr schlecht. Bei neuen Kerzen wurde beim ersten Versuch eine recht gut übereinstimmende Glühfestigkeit gefunden. Der zweite Versuchslauf aber zeigte bereits erhebliche Unterschiede und nach fünf Versuchsläufen vermochten zwei Kerzen nur die erste Belastungsstufe $2\frac{1}{2}$ Minuten auszuhalten, während die dritte Kerze noch 10 Minuten lang durchhielt. Es war also nicht möglich, eine Kerze für mehrere Versuche zu verwenden, sodaß mit jeweils neuen

Kernen gearbeitet werden mußte. Die Zahl der Versuche mußte deshalb erheblich beschränkt werden.

Es könnte immerhin bei zwei verschiedenen Kerzentypen gezeigt werden, daß mit Methanol eine erheblich geringere Laufzeit erreicht wird.

Es wurde nun versucht, die Zahl der Belastungen von 1000 bis 1500 zu erhöhen, wobei die Kerzen 2 bis 3 Stunden lang belastet wurden. Die Kerzen wurden mit einem elektrischen Heizapparat auf 1000 bis 1500 Grad Celsius erhitzt und die Belastung wurde so eingestellt, daß dieselbe Leistung erreicht wurde wie bei $\lambda = 0,85$. Es wurde also eine Leistung von 25 kW erzielt, trotzdem die Kerzen zu 3 bis 4 Stunden belastet wurden. Die Kerzen wurden nach dem Versuch auf 1000 bis 1500 Grad Celsius erhitzt und die Belastung wurde so eingestellt, daß dieselbe Leistung erreicht wurde wie bei $\lambda = 0,85$. Es wurde also eine Leistung von 25 kW erzielt, trotzdem die Kerzen zu 3 bis 4 Stunden belastet wurden. Die Kerzen wurden nach dem Versuch auf 1000 bis 1500 Grad Celsius erhitzt und die Belastung wurde so eingestellt, daß dieselbe Leistung erreicht wurde wie bei $\lambda = 0,85$. Es wurde also eine Leistung von 25 kW erzielt, trotzdem die Kerzen zu 3 bis 4 Stunden belastet wurden.

Versuch	1	2	3
Luftüberschuß	0,85	1,1	1,1
Ladedruck Anfang	700	800	700
Nutzdruck Anfang	9,0	9,0	7,0
Ladedruck Ende	700	1000	950
Nutzdruck Ende	9,0	13,0	13,5
Laufzeit	3'	23'	30'

Es wurde nun noch versucht, durch Beimengungen zu Methanol den Zerfall des Methanols zu verhindern und so eine Besserung der Laufzeit zu erreichen. Diese Versuche verliefen sämtlich negativ. Auch Amylnitrit, das bei früheren Versuchen eine Wirkung hatte, brachte diesmal keinen Erfolg.

Es ergibt sich also, daß die Belastbarkeit der Kerzen bei Methanolembetrieb unaußer Zweifel kleiner ist als bei Benzol. Wie die Temperaturen der Elektroden nachweisen, sind hieran jedoch keine höheren Temperaturen an den Kerzen schuld. Es muß also vermutet werden, daß der Zerfall des Methanols im Motor schon bei verhältnismäßig niedrigen Kerzentemperaturen einsetzt und zu Brucherscheinungen, ähnlich wie bei

Beobachtungen, führt. Es soll versucht werden, durch unmittelbare Beobachtung der Zonen im Verbrennungsraum und geometrische Bestimmung ihrer Temperatur die Temperatur weiter zu bestimmen.

Einen Anhalt dafür, daß sich Methanol an beiden Stellen besonders leicht entzündet, ergaben Messungen, bei denen die Stoffe gegen eine elektrisch isolierte Elektrode gesprüht wurden.

	Vonol-Comp.	Krupp-Schnitzgerät
Methanol	700	642
n-Heptan	790	745
Kohlenöl	680	740

Man sieht, daß die Temperatur, die die Vonol haben mußte, um Strahlung einzustrahlen, über 100° tiefer liegt als bei Kohlenwasserstoffen. Man kann annehmen, daß sich die Kraftstoff-Injektionskeile im Motor leichter und besser brennen, wenn sie sich leicht entzündet. Die am Krupp-Schnitzgerät gefundenen Werte sind aber besonders niedrig.

A B S T R A K T

Bei der Verbrennung von Kraftstoffen kann je nach der Konstitution eine Volumenvermehrung eintreten, d.h. es kann nach der Verbrennung eine größere Anzahl von Molen vorhanden sein, als vor der Verbrennung. Die Volumenvermehrung hängt lediglich von dem Wasserstoffgehalt ab, wie die Gleichung (1) zeigt. Die Verbrennung zeigt.

$$n \text{ Mol } C_n H_m + n \text{ Mol } O_2 + \frac{m}{2} \text{ Mol } H_2O + (n + \frac{m}{2}) \text{ Mol } CO_2 + \frac{m}{2} \text{ Mol } H_2O + (n + \frac{m}{2}) \text{ Mol } H_2O$$

Man sieht, daß die Kohlenhydrate keine Volumenvermehrung ergibt, auch der Kohlenstoff selbst unverändert bleibt. Wasserstoff dagegen liefert eine Volumenvermehrung, die dem Wasserstoffgehalt proportional ist. Je größer der Wasserstoffgehalt ist, desto größer ist die Volumenvermehrung. Die Verbrennung des Kohlenstoffs liefert keine

Volumenvermehrung. Die Volumenvermehrung hängt also von der Zusammensetzung ab. Mannt man an, daß auch die Verbrennung im Zylinder von der Verbrennungstemperatur gerechtfertigt erscheint, so ist die Volumenvermehrung zu erwarten, also von der Verbrennung Volumen besitzt, so ist die Volumenvermehrung zu erwarten, je größer das Molekül ist, desto größer die Wasserstoffmenge am gegebenen Mol.

Es ergibt sich nun die Frage, wie weit die Volumenvermehrung am Zustandekommen der Motorleistung beteiligt ist. Gernstet der Fall, man hätte zwei Kraftstoffe mit gleichem Gemischtheilwert, also gleichem Energieinhalte je Rauminhalt stöchiometrischen Gemisches, so müßte aus einer bestimmten Menge unannehmlich Arbeit gewonnen werden, je größer die Volumenvermehrung ist. Ein Stoff, der beim Verbrennen beispielsweise die doppelte Molzahl liefert als ein anderer, müßte also auch den doppelten Druck im Zylinder erzeugen. Dies aber kann nicht eintreffen, da die Arbeitsmöglichkeit eines Stoffes durch den Heizwert hinreichend beschrieben ist und eine zusätzliche Arbeit auf keine Weise gewonnen werden kann.

Tatsächlich ist es nun so, daß bei Stoffen gleichen Gemischtheilwertes Verbrennungstemperatur und Volumenvermehrung gegenläufig sind. Stoffe mit hoher Verbrennungstemperatur haben niedrige Volumenvermehrung und umgekehrt. Auf Blatt 1 und Zahlentafel 2 sind die Verbrennungstemperaturen als Temperaturzuwachs und die Volumenvermehrung in Abhängigkeit vom Gemischtheilwert dargestellt. Gute

./.

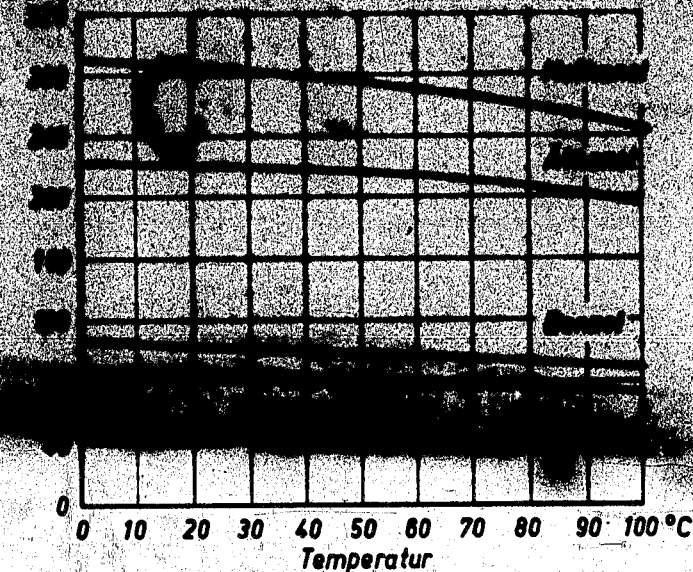
Versuchsprotokolle des Technischen Prüfstandes

Methanol

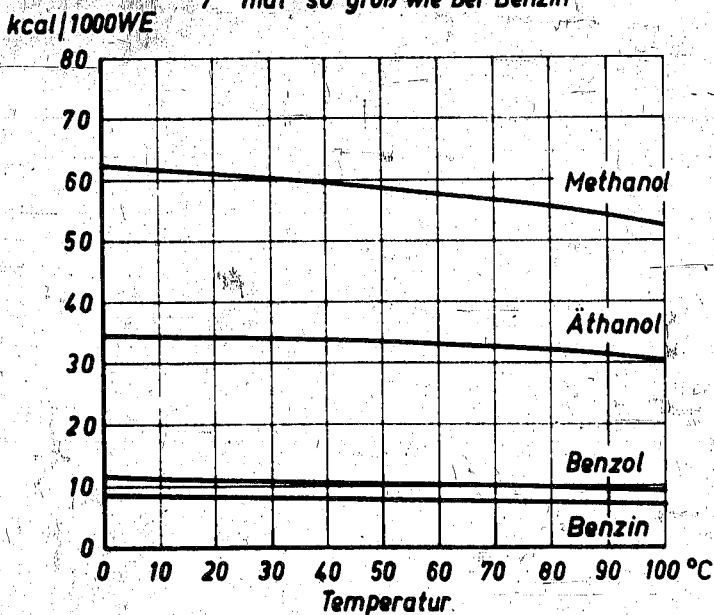
Nr. 44	Über Methanol als Verdichtmittel im Kraftstoffstrahl.	Prof. Dr. Müller 27.4.33
" 155	Versuche mit Methanol auf dem Brennstand der Daimler-Benz	Wahl 23.4.36
" 170	Versuche mit Methanol als Zusatz zu Benzin	Bauer 29.11.29
" 270	Methanol als Kraftstoff	Gump 26.12.34
" 274	Methanol-Verfahren an der Daimler-Benzmaschine 3 III	Gump 26.12.34
" 279	Verhalten von Zündkerzen bei Methanolbetrieb	Fensig 13.2.35
" 285	Betrieb eines Daimler-Benz-Vergasermotors mit Methanol in dem Zylinderkopf	Wengler 3.6.35
" 287	Einfluß des Verdichtungsverhältnisses auf den Betrieb eines Motors mit Methanol und Benzin	Fensig 2.9.35
" 288	Starten von Motoren bei Betrieb mit Methanol	Fensig 25.4.35
" 290	Einfluß des Verdichtungsverhältnisses bei Methanolbetrieb, gemessen an einem Einzylindermotor (Vergaserbetrieb)	Wengler 3.6.35
" 294	Versuche über das Verhalten der Zündkerzen bei Methanolbetrieb	Fensig 2.9.35
" 295	Bericht über die bei Methanol- und Benzinbetrieb erforderlichen Zündspannungen	Wengler 13.12.35
" 302	Umbau eines Fahrzeug-Dieselmotors D.-B., Master OM 67, auf Methanol-Betrieb	Fensig 9.3.36
" 302a	Versuche mit einem auf Methanolbetrieb umgebauten Fahrzeugdieselmotor Daimler-Benz, Master OM 67.	Fensig 25.6.36
" 317	Umbau eines Daimler-Benz-Dieselmotors OM 59 auf Vergaserbetrieb mit Methanol	Aldinger 16.11.36
" 341	Vergleichsproben für den Otto-Motor. Berechnet für Methanol und Benzin als Kraftstoffe.	Halder

Table 1.

	Gas	Gas	Gas	Anthrac	Anthrac
Formel	C_2H_4	C_2H_4	C_2H_4	C_2H_4	C_2H_4
Mol. Gew.	28	28	28	46	32
Dichte bei 0° C	0,75	0,75	0,75	0,79	0,80
Flammhöhe bei 100 mm	0,40	0,41	0,47	1,20	0,60
Wärmewert bei 100 mm	0,50	0,49	0,61	0,65	0,61
Wärmewert bei 100 mm	-	80	80	78	65
Wärmewert bei 100 mm	10,45	10,30	10,40	6,450	4,650
Wärmewert bei 100 mm	10,45	10,30	10,40	5,890	3,700
Wärmewert bei 100 mm	10,45	10,30	10,40	5,89	3,70
Wärmewert bei 100 mm	10,45	10,30	10,40	5,89	3,70
Volumenvergr. Kraftstoff, dampfförmig	6,0	5,6	1,5	7,0	6,5
" flüssig	7,4	7,6	4,3	14,7	21,0
CO ₂ max.	14,8	14,2	17,6	15,0	15,3
Wasser kg/kg	1,35	1,44	0,69	1,18	1,12
kg/1000 koal	0,130	0,1367	0,072	0,182	0,242
Verd.-Wärme koal/kg 20°	86	86	104	220	204
Temp.-Erniedrigung b. Verdampfen	20	20	26	74	122
Dampfgehalt des theor. Gemischs	1,60	1,87	2,74	6,60	12,30
Gemischheizwert koal/m ³ 15° 735 mit Kr. Vol.	815	807	834	785	756

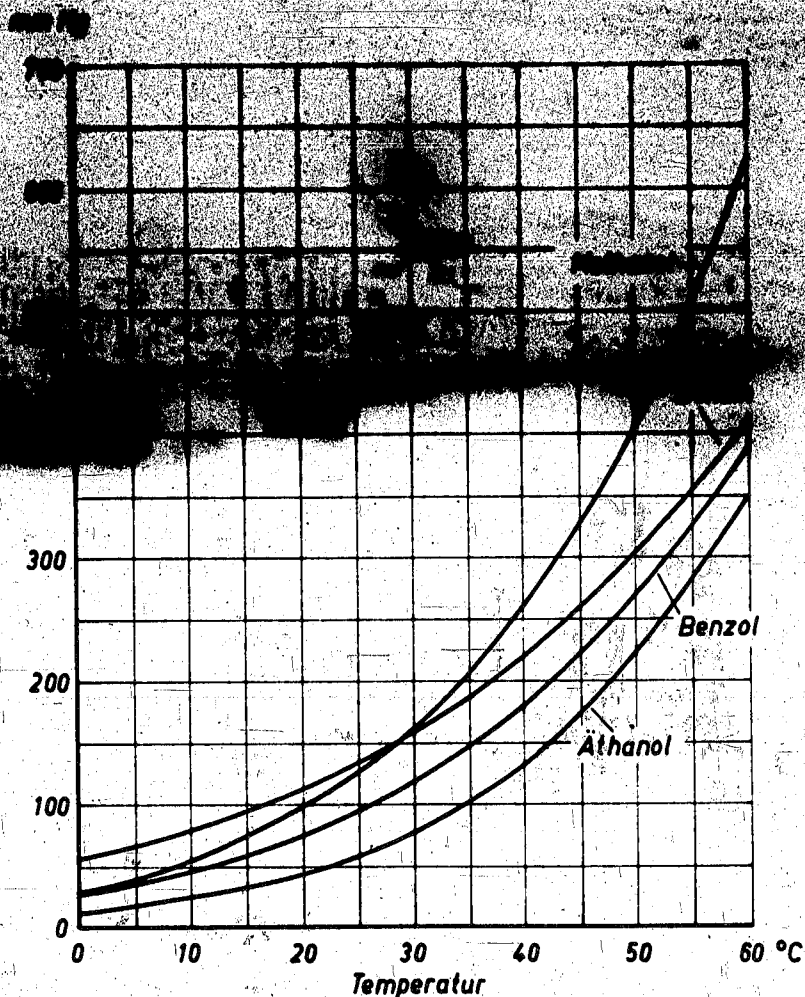


Auf 1000 WE bezogen jedoch
7 mal so groß wie bei Benzin



9439

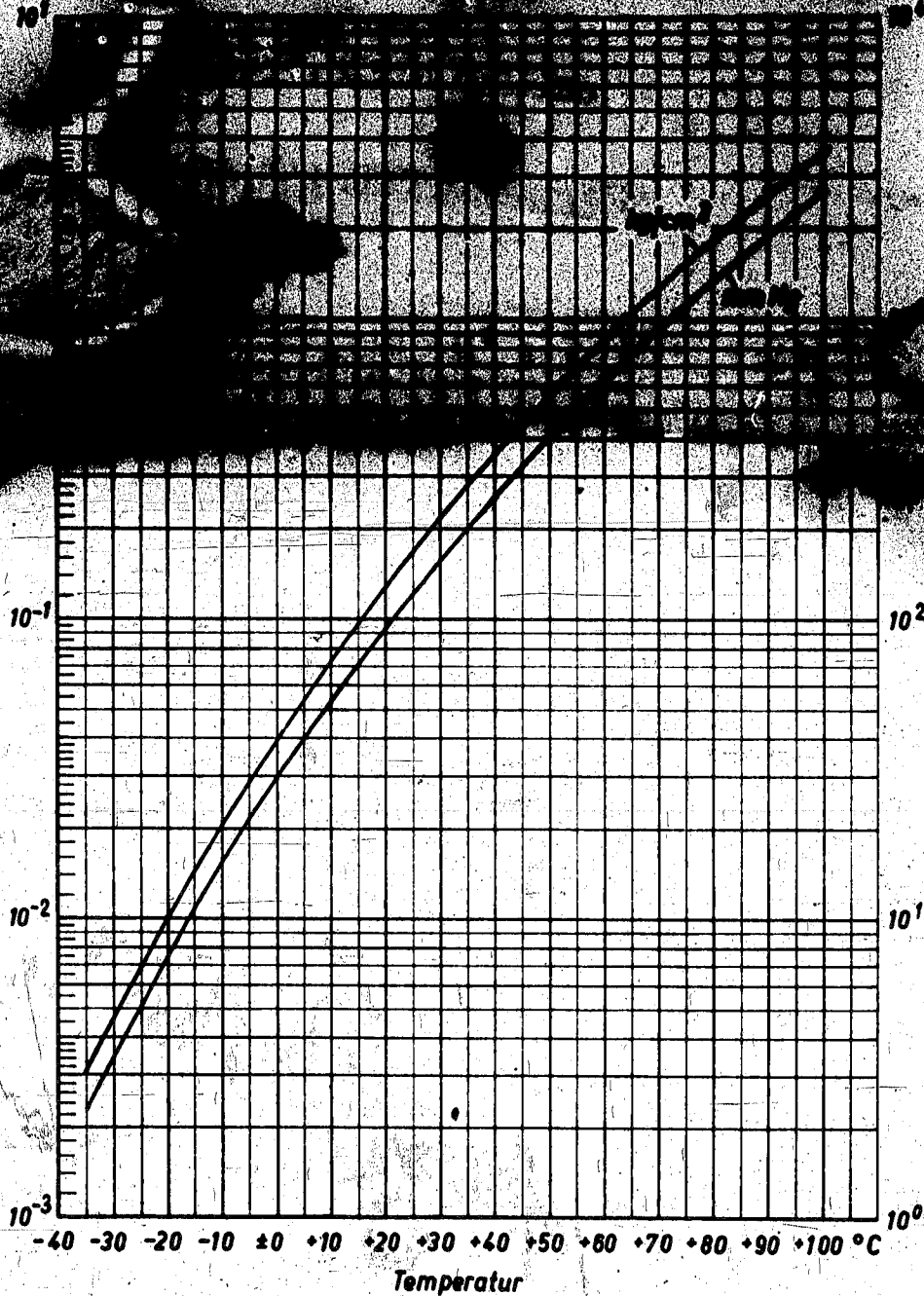
Dampfspannung



9440

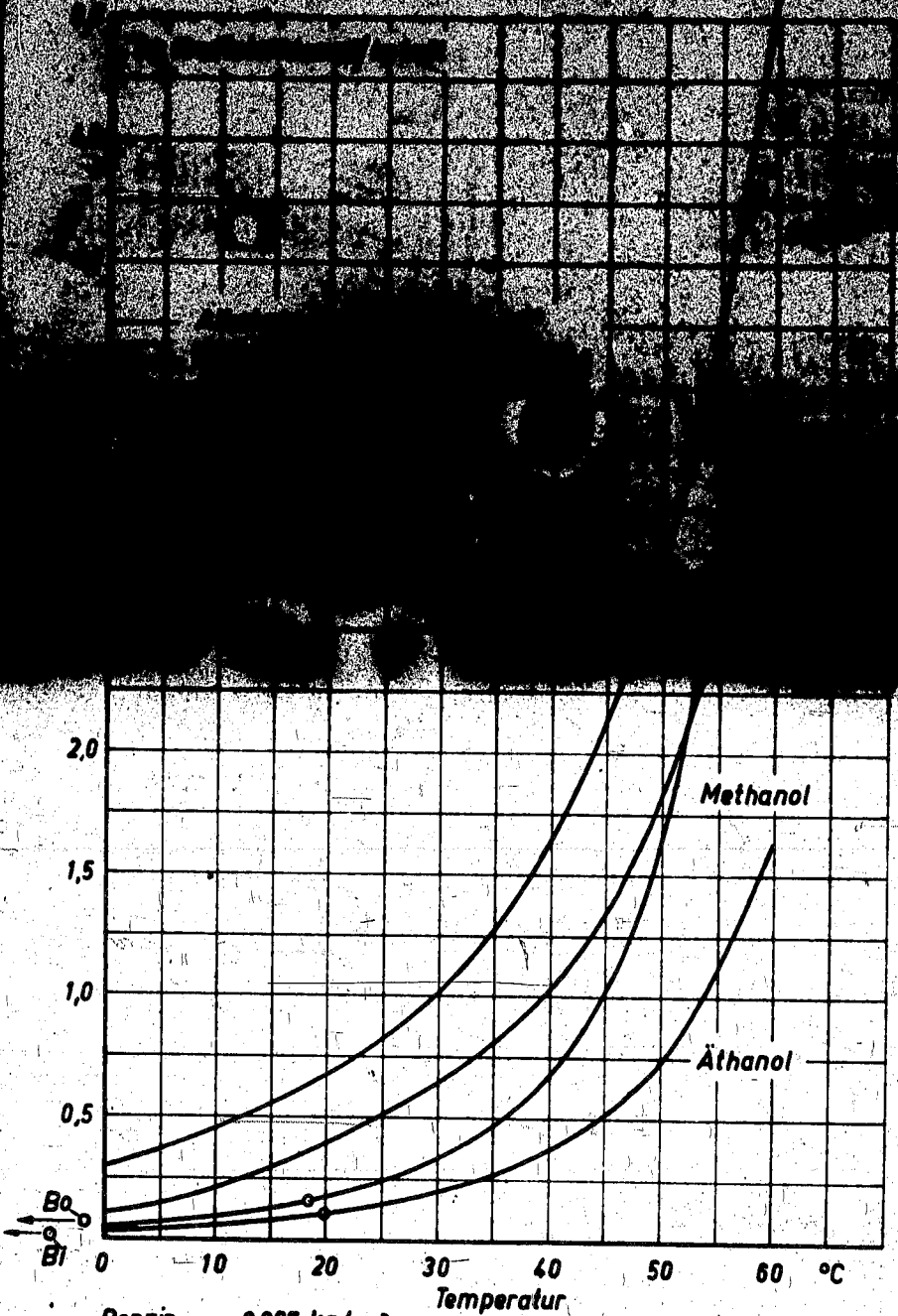
Dampfspannung von Methylal

kg/cm²
10¹



9441

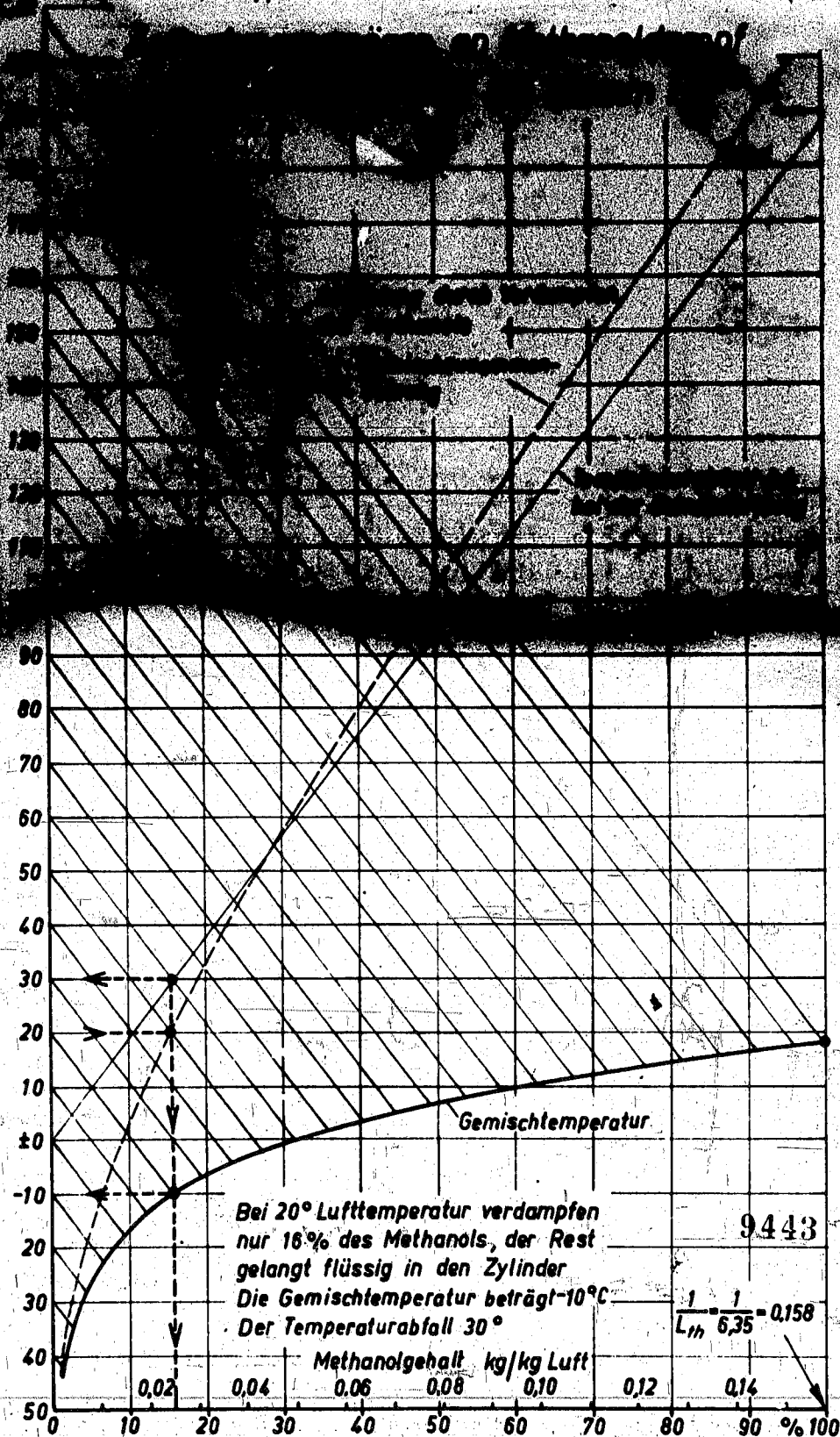
Verdampfungsfähigkeit von 1 kg trockener Luft
Temperatur 10 °C

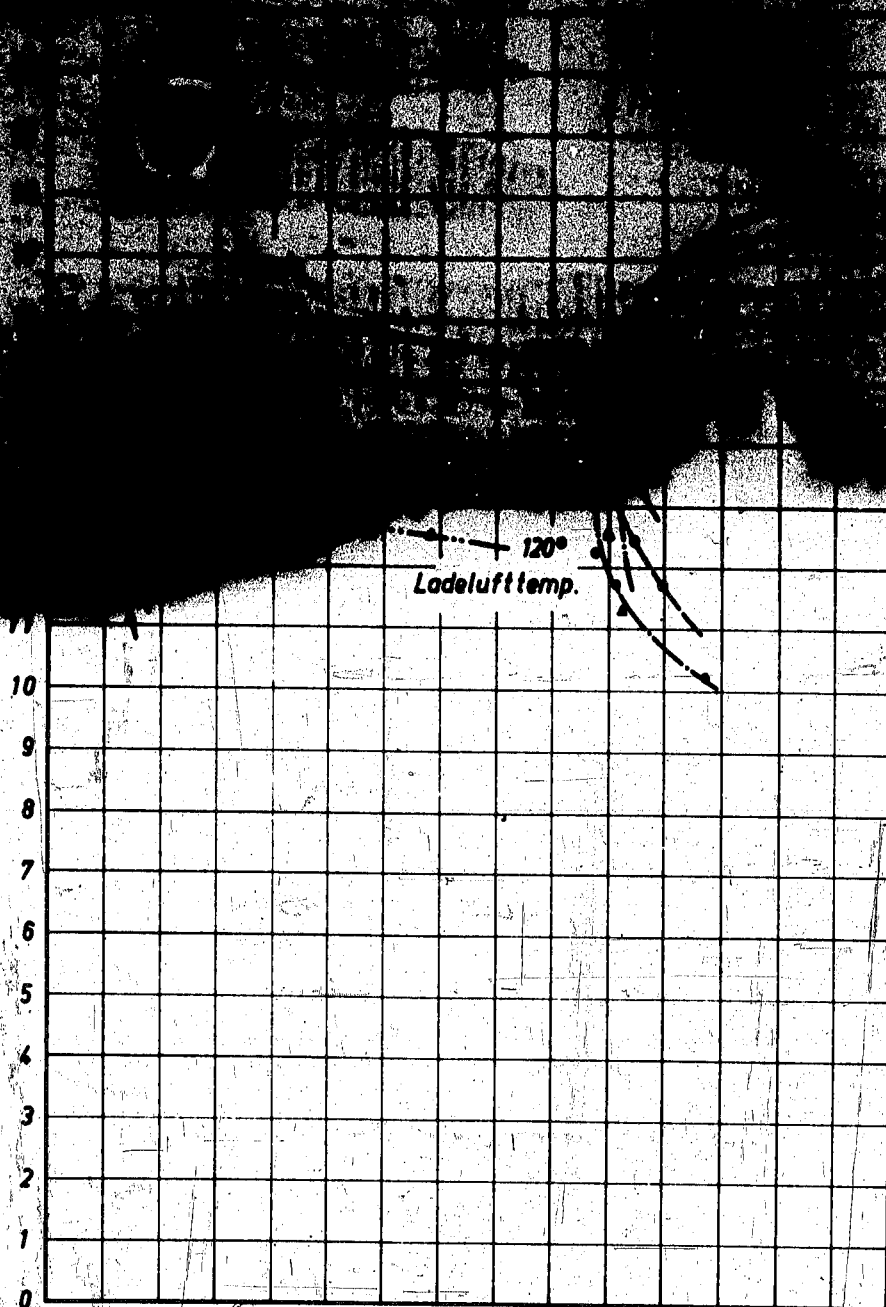


Benzol 0,067 kg/kg
 Benzol 0,075 "
 Methanol 0,156 "
 Äthanol 0,111 "

Zusammensetzung der theor. Gemische

9442





160 180 200 220 240 260 280 300 320 340 360 380 400 420 440 gr/PSh

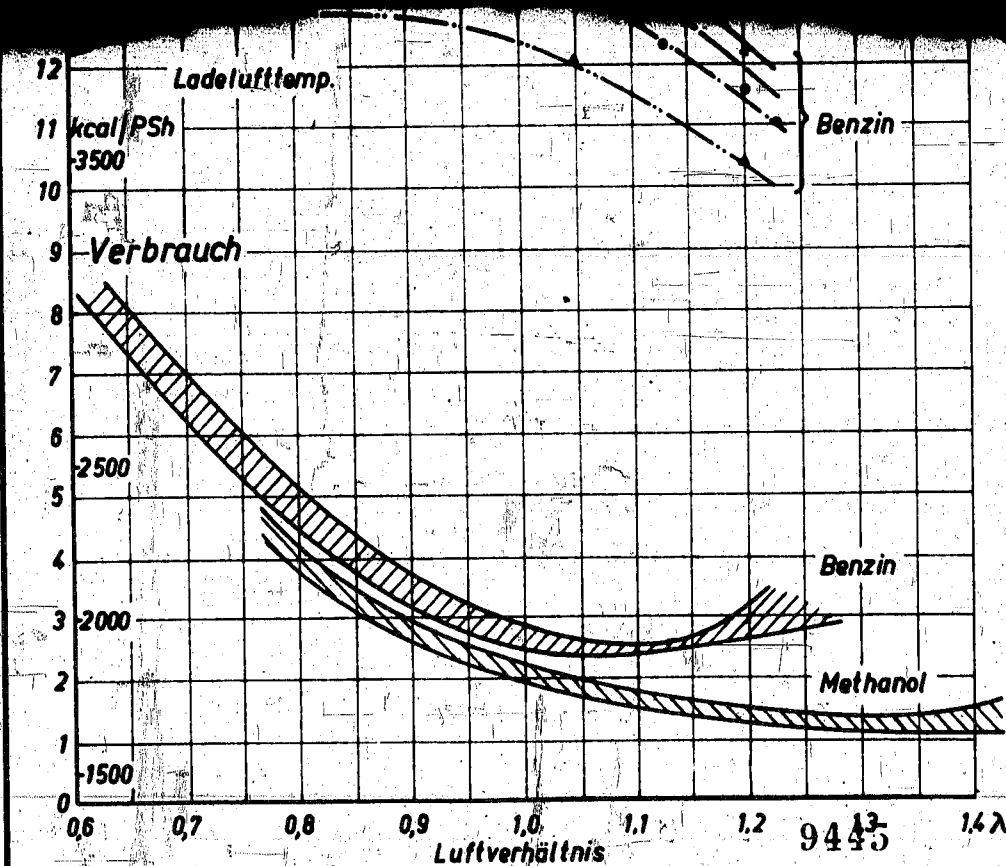
Verbrauch

9444

I.G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft
Ludwigshafen a. Rhein.

Zum Bericht Nr. 557 v. 11.44.

TPrS 3344



Einfluß der Ladelufttemperatur auf den Füllungsgrad

η_{vol}

1,8

1,6

1,4

Füllungsgrad

$\lambda=1$

$\lambda < 1$

40

30

20

10

0

0,06

0,04

0,02

0

Temp. der Ladung

+10

+0

-10

-20

Dampf

kg/m³

1,2

1,1

1,0

0,9

0,8

0,7

0,6

0,5

Wichte der Ladung

$\lambda < 1$

$\lambda=1$

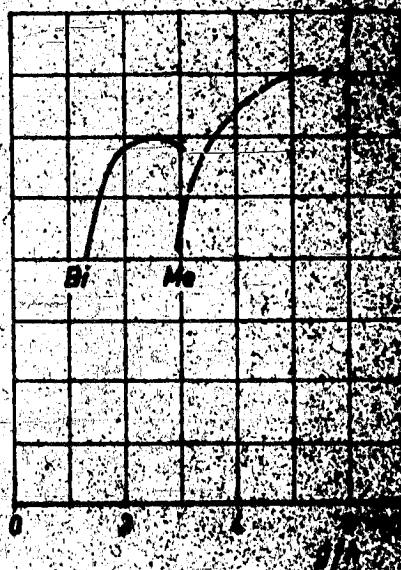
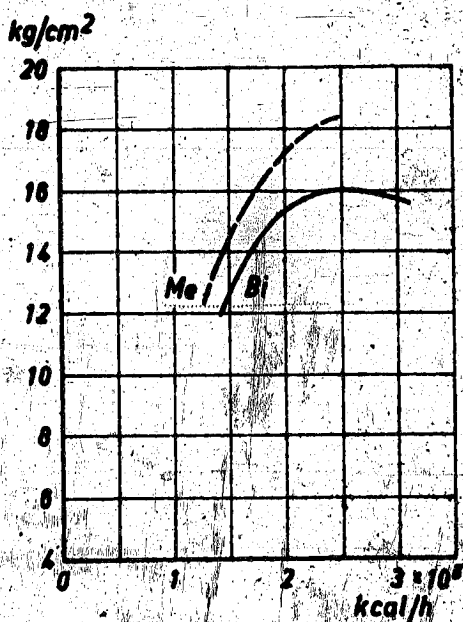
Wichte der Ladeluft

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 °C
Temperatur der Ladeluft

9446

Methanol und Benzin in versch. Darstellungen

Ladelufttemperatur 30 °C

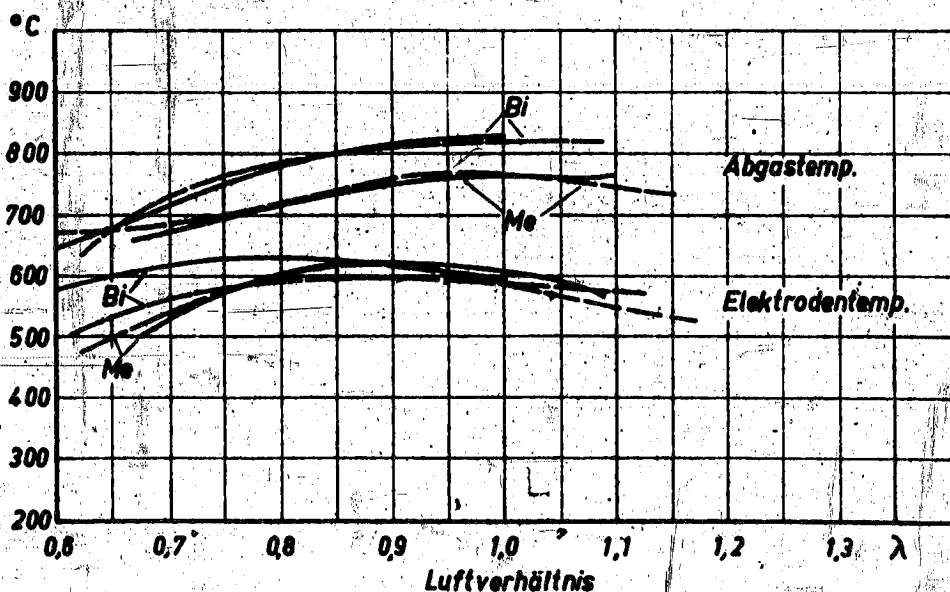


CV2b + VHT 303 + BTA
Methanol

9347

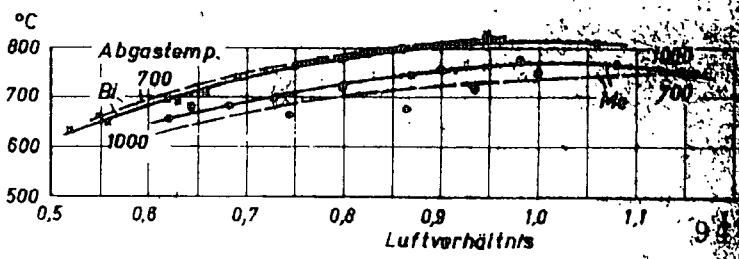
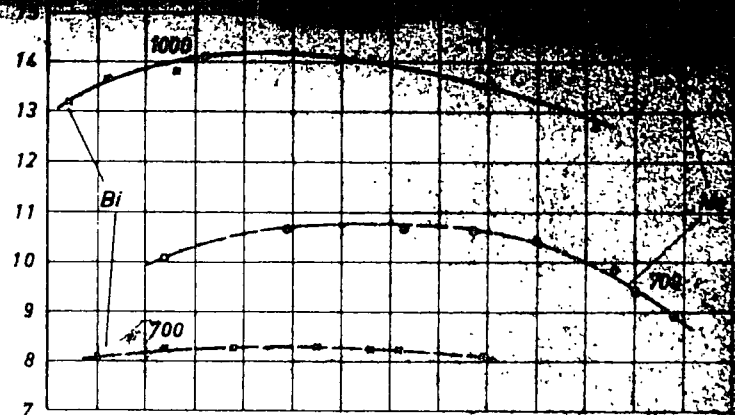
Konzentrations- und -Spannung in Luft und Methanol

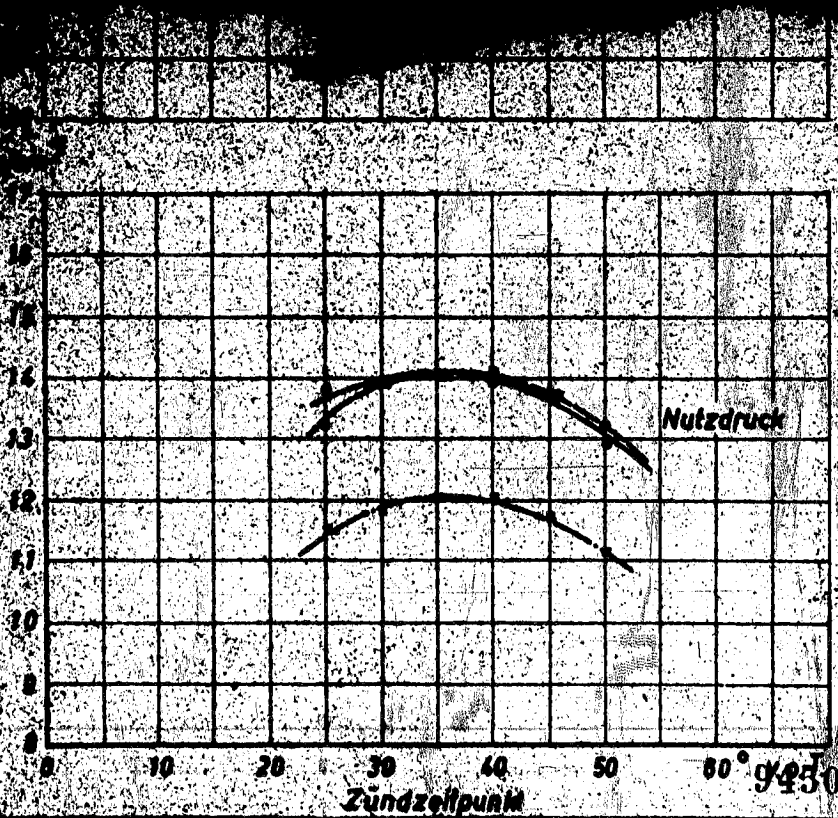
— $p_{me} = 12,5$
- - - $p_{me} = 10,5$



9448

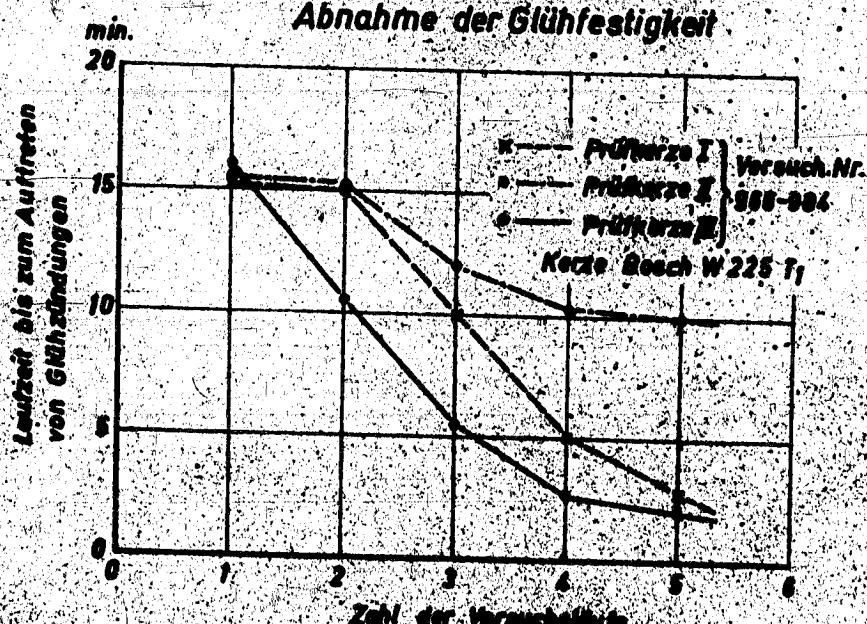
der Zündkerzen u. Methanol-Betrieb







Abnahme der Glühfestigkeit



9451

Zinn Kerze Nr. 217 v. 11.48

TP-5 3780

