

182

Synthesegasversuche Op  
Eing. - 8 JULI 1944  
abgelegt: I 24/6

Geheim

K u r z b e r i c h t Nr. 397.

über

Zündversuche mit Benzin- GM 1- Luftgemischen.

Abgeschlossen am 6.6.1944.L.

Bearbeiter: Obering.Dr.Fr.Penzig.

Die vorliegende Ausfertigung 6 enthält  
6 Textblätter, 7 Bildblätter.

Zündversuche mit Benzin- GM 1-Luftgemischen.

Beim Betrieb von Motoren mit GM 1 waren Explosionen im Lader und in den Laderohren aufgetreten. In diesen Fällen war ein Teil des Kraftstoffs in den Lader eingespritzt worden, um eine gewisse Kühlwirkung zu erzielen. Die Zündung erfolgte offensichtlich vom Einlaßventil her und es war zu untersuchen, ob mit GM 1 versetzte Kraftstoff-Luftgemische sich in ihren Brenneigenschaften wesentlich von gewöhnlichen Kraftstoff-Luftgemischen unterscheiden.

Zu den Versuchen mußte ein Rohr von 22 mm lichter Weite benutzt werden, da bei größeren Rohren die zur Erzielung der betreffenden Geschwindigkeit notwendige Luftmenge nicht aufgebracht werden konnte (Blatt 1). Um ein gleichförmiges Gemisch zu erzielen, wurde die Luft auf 200° erwärmt und außerdem das Zuführungsrohr zusätzlich an der Stelle geheizt, wo sich der eingespritzte Kraftstoff an der Wand niederschlug. Als Zündung war eine Zündkerze vorgesehen. Beobachtet wurde nun in Abhängigkeit vom Kraftstoff-Luftverhältnis die Gasgeschwindigkeit, bei der sich das Gemisch entzündete und bis zur Verengung der Zuführung zurückschlug. Diese Geschwindigkeit ist gleichbedeutend mit der mittleren Verbrennungsgeschwindigkeit des Gemisches. Das GM 1 wurde in einer Menge von 20 Gewichtsprozent der Luft zugesetzt.

Die Ergebnisse sind auf Blatt 2 dargestellt. Es war eindeutig zu beobachten, daß GM 1-Kraftstoff-Luftgemische eine Verbrennungsgeschwindigkeit von fast 100 m/sec erreichen können, während gewöhnliche Kraftstoff-Luftgemische einen Höchstwert von etwa 60 erreichen. Diese Ergebnisse lagen bei der Besprechung am 22.3.44 bei BMW in München vor. Die Versuche wurden später wiederholt mit einer etwas geänderten Anordnung. Es wurde dasselbe Rohr von etwa 4 m Länge verwendet. Der Kraftstoff wurde jedoch

in einer Rohrschlange verdampft zugeführt und die Lufttemperatur auf  $150^{\circ}$  gehalten. Unter diesen Bedingungen wurden ähnliche Ergebnisse wie bei der ersten Versuchsreihe erzielt (Blatt 3). Die Höchstgeschwindigkeiten betragen allerdings nur 80 bzw. 50 m/sec. Bei den Versuchen mit Luftgemischen konnte im Gebiet reicher Gemische ein deutlicher Unterschied beobachtet werden zwischen Gemischen, bei denen die Flamme bis zur Verengung zurückschlug und solchen, bei denen die Flamme lediglich von der Zündkerze ausging. Bei einem Sauerstoffüberschuß von 0,6 wurde beispielsweise bis etwa 20 m/sec Rückschlagen beobachtet, was also der mittleren Brenngeschwindigkeit des Gemisches entspricht. Von 20 - 40 m/sec konnte das Gemisch mit Hilfe der Zündkerze entzündet werden, sodaß von dieser ausgehend eine Flamme entstand. Diese Erscheinung ist so zu deuten, daß an der Funkenstrecke infolge von Wirbeln ein Gebiet niedriger Luftgeschwindigkeit vorliegt, sodaß eine Entzündung stattfindet. Das brennende Gemischteilchen wird dann vom Gasstrom weggeführt und vermag noch andere mit gleicher Geschwindigkeit strömende Gemischteile zu entflammen. Beim Abstellen der Zündkerze erlischt die Flamme.

Es sollte nun versucht werden, die Versuche mit einem weiteren Rohr durchzuführen. Es wurden hierfür Rohre von etwa 400 mm Länge benutzt. Auf halber Länge war eine Zündkerze angeordnet. Auch hier wurde die Luft auf  $150^{\circ}$  erhitzt und der Kraftstoff in verdampftem Zustand vor der Meßstrecke eingebracht.

Ein Rohr mit 80 mm l.W. konnte nur im Bereich geringer Luftgeschwindigkeit untersucht werden. (Blatt 5 unten). Es tritt hier ein scharfer Unterschied auf zwischen einer von der Zündkerze ausgehenden Flamme und dem Brennen der Gassäule, selbst unter gleichzeitigem Rückschlagen bis zur Verengung. Bei dieser Erscheinung tritt kein Unterschied auf, ob der Luft GM 1 zugemischt ist oder nicht.

(Blatt 4)

Auch bei einem Rohr von 40 mm  $\varnothing$  konnte nicht der Gesamtgeschwindigkeitsbereich durchgemessen werden, da die zur Verfügung stehende Luftmenge nicht ausreichte. Es war jedoch ein sehr deutlicher Unterschied zu bemerken zwischen der Geschwindigkeit, bei der durch die Zündkerze eine Verbrennung eingeleitet werden konnte und derjenigen, bei der ein Rückschlagen erfolgte. Die letztere Erscheinung trat ebenfalls nur bis zu Geschwindigkeiten bis 5 m/sec auf und zwar übereinstimmend für Luft und GM 1-Luftgemische. Die Zündung von der Zündkerze aus wurde bis zu Geschwindigkeiten von 80 m beobachtet. Merkwürdigerweise traten die höchsten Geschwindigkeiten beim Luftgemisch auf. Die Tatsache, daß bei der ersten Versuchsreihe (Blatt 2) auch bei hohen Luftgeschwindigkeiten ein Rückschlagen auftrat, muß in der größeren Länge des Rohres begründet sein. Offensichtlich trat dort nach der Zündung an der Kerze eine Drucksteigerung auf, die eine Erhöhung der wahren Verbrennungsgeschwindigkeit bewirkte. Das Rückschlagen erfolgte dort auch meist mit einem heftigen Knall.

Bei einem Rohr von 27 mm  $\varnothing$  konnten die geringen Geschwindigkeiten, bei denen ein Rückschlagen zu erwarten war, nicht bestimmt werden (Blatt 5), da die Luftmengen zu gering und der Wärmeverlust zwischen Heizung und Brennrrohr zu groß war. Die Zündung durch Zündkerze konnte jedoch eindeutig beobachtet werden. Es trat ein deutlicher Unterschied zwischen GM 1 mit 80 m/sec und Luft mit 60 m/sec auf.

Bei einem noch kleineren Rohr von 20 mm  $\varnothing$  (Blatt 6) wurden geringere Geschwindigkeiten von 35 bzw. 50 m/sec beobachtet. Bei der Wiederholung des Versuchs ergab sich überraschenderweise für Luftgemische eine Geschwindigkeit bis zu 65 m/sec, bei der noch Zündung von der Kerze ausgehend möglich war. Wie oben schon ausgeführt, wird das Brennen von der Funkenstrecke aus offenbar durch die Bildung einer Stelle niedriger Strömungsgeschwindigkeit bewirkt. Es muß also eine Abhängigkeit der so gemessenen Werte von den Verhältnissen der Funkenstrecke bestehen. Diese Verhältnisse sind vor der Wiederholung durch Auswechseln der Zündkerze offenbar verändert worden.

Die auf Blatt 7 dargestellten Versuche zeigen, daß diese tatsächlich der Fall ist. Wurde eine Glimmerkerze W 300 G 1 verwendet, so konnten bis 40 m/sec erzielt werden. Mit einer Kerze W 175 T 1 konnten besonders im armen Gebiet große Unterschiede gemessen werden, je nachdem der Funken sich im Windschatten der Seitenelektrode befand oder ob der Funken der Strömung zugewandt war. Bei der Kerze W 300 G 1 liegen die Elektroden ziemlich tief im Kerzenkörper, sodaß an der Funkenstrecke auch bei hoher Geschwindigkeit des vorbeiströmenden Gemische niedere Geschwindigkeiten zu erwarten waren. Anscheinend wird aber die Flamme durch Berührung mit der Wand abgekühlt und gelöscht. Die Kerze W 175 T 1 verhält sich günstiger, obgleich vorgeschobene Elektroden nicht zur Bildung von Räumen geringer Gasgeschwindigkeit geeignet zu sein scheinen; doch reichen die gebildeten Wirbel offensichtlich aus.

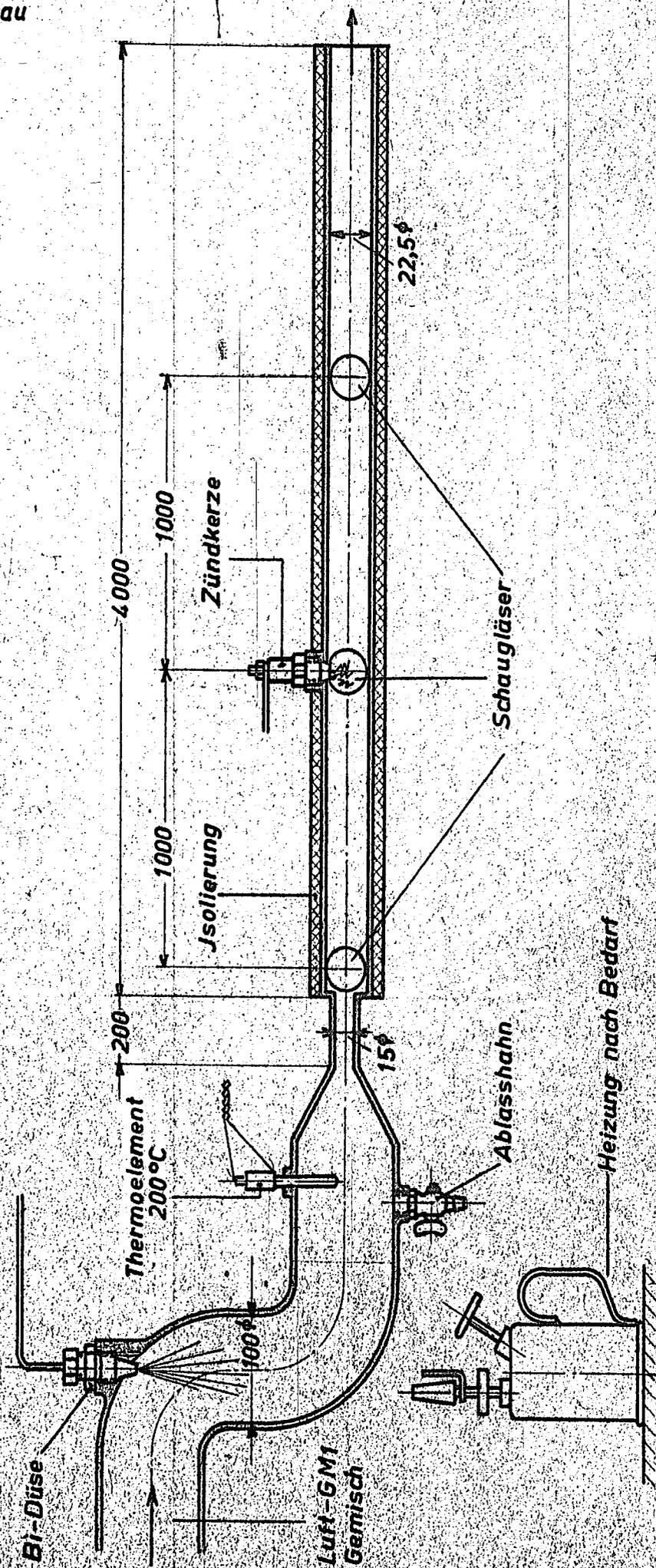
Die Versuche zeigen also, daß unter den untersuchten Verhältnissen die mittleren Brenngeschwindigkeiten von Kraftstoff-GM 1-Luftgemischen und die von Kraftstoff-Luftgemischen bei 5 - 10 m/sec liegen und sich voneinander nicht wesentlich unterscheiden. Ergänzende Messungen mit noch größeren Querschnitten wären erwünscht.

Bei Versuchen mit Bunsenbrennern, die von Herrn Dr. Sachsse (Abtlg. Synthesegas-Versuche) durchgeführt wurden, ergeben sich für die wahren Brenngeschwindigkeiten Werte von etwa 35 bzw. 100 cm/sec. Bei diesen Versuchen gefundene Werte aus dem Zurückschlagen der Flamme liegen also etwa zehnmal so hoch. Es hängt dies damit zusammen, daß hier keine laminare, sondern eine turbulente Strömung vorliegt, deren mittlere Geschwindigkeit zwar bei 5 - 10 m/sec liegt, bei der aber infolge der Wirbel trotzdem eine wahre Brenngeschwindigkeit in der oben erwähnten Größenordnung auftreten kann. Es ist deshalb denkbar, daß in den Laderohren vom Einlaßventil her auch bei noch höheren Strömungsgeschwindigkeiten ein Zurückschlagen eintreten kann.

Die von der Funkenstrecke ständig neu gezündete Flamme ist in ihrer Geschwindigkeit sehr deutlich von der GM 1-Zumischung

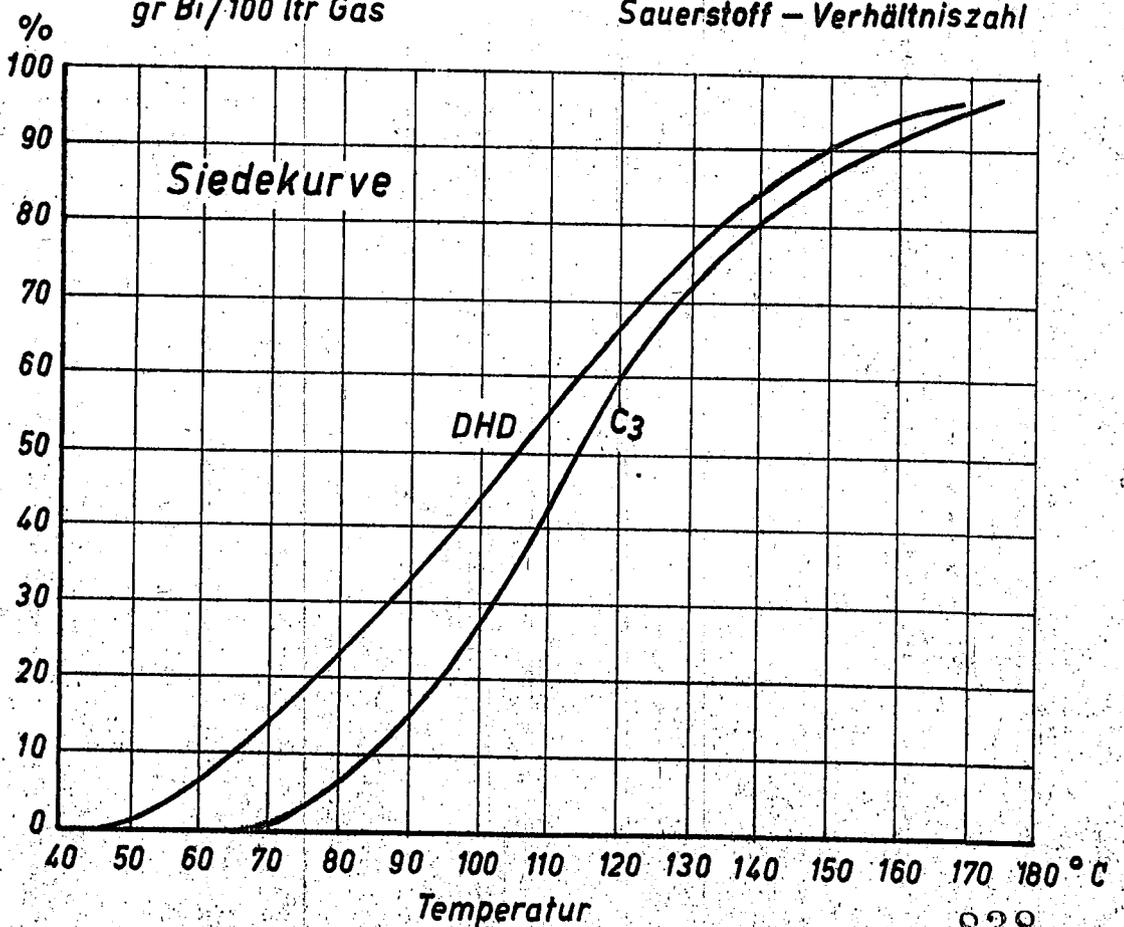
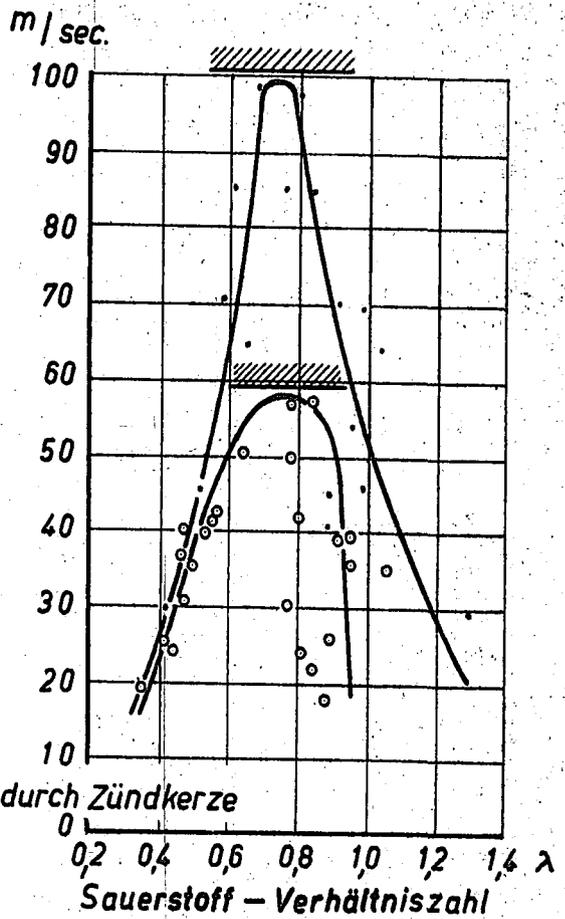
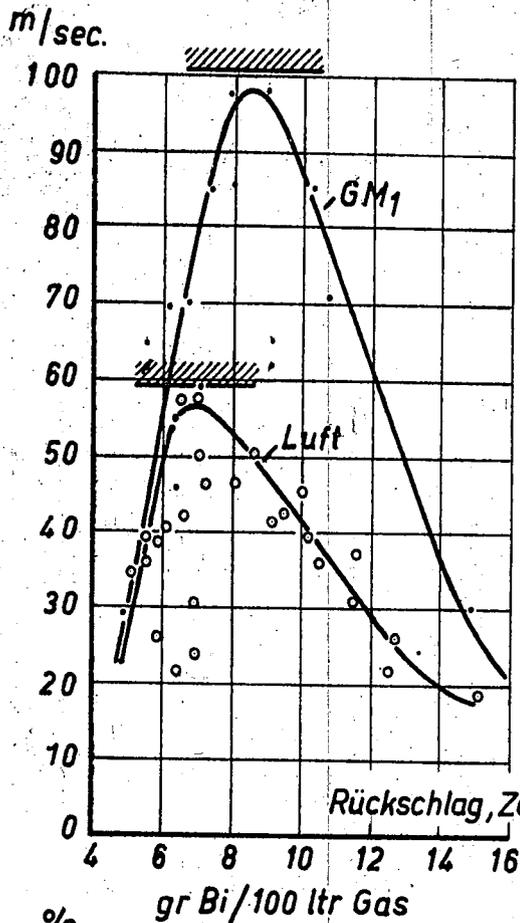
abhängig. Es scheint, daß dieser Unterschied bei größeren Rohrquerschnitten geringer wird. Auch hier wären ergänzende Messungen an größeren Querschnitten erwünscht. Die Strömungsgeschwindigkeit, bei der eine Zündung durch eine Funkenstrecke möglich ist, hängt stark von der Wirbelbildung an der Zündkerze selbst ab, sodaß allgemein gültige Werte auf diese Weise nicht gemessen werden können.

*Perry*



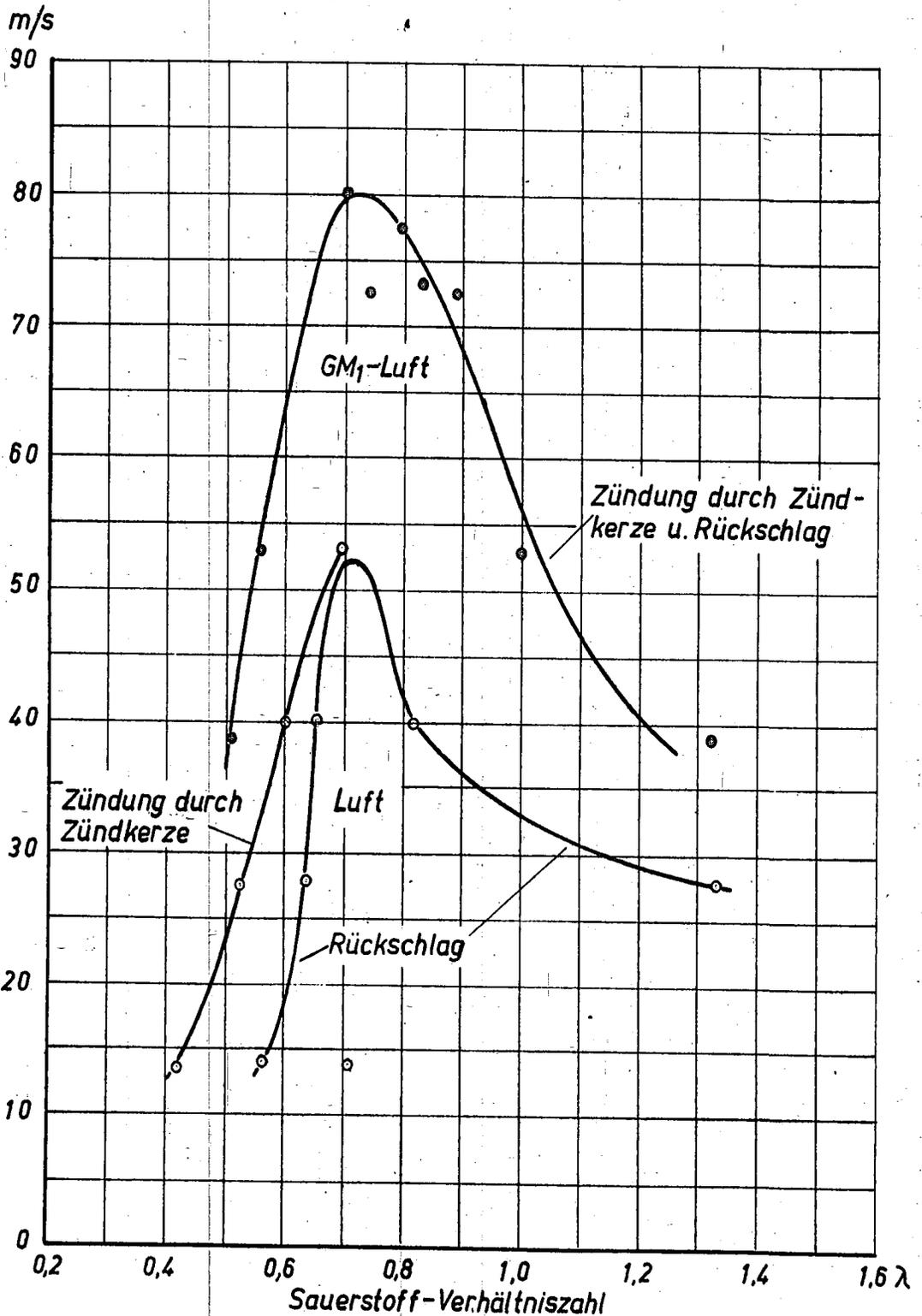
837

Verbrennungsgeschwindigkeiten von  
Kraftstoff-Luftgemischen mit GM<sub>1</sub>-Zusatz  
~ 200 °C, 1 ata, Rohr: d=22,5, l=4000



### Verbrennungsgeschwindigkeiten von Kraftstoff-Luftgemischen mit $GM_1$ -Zusatz

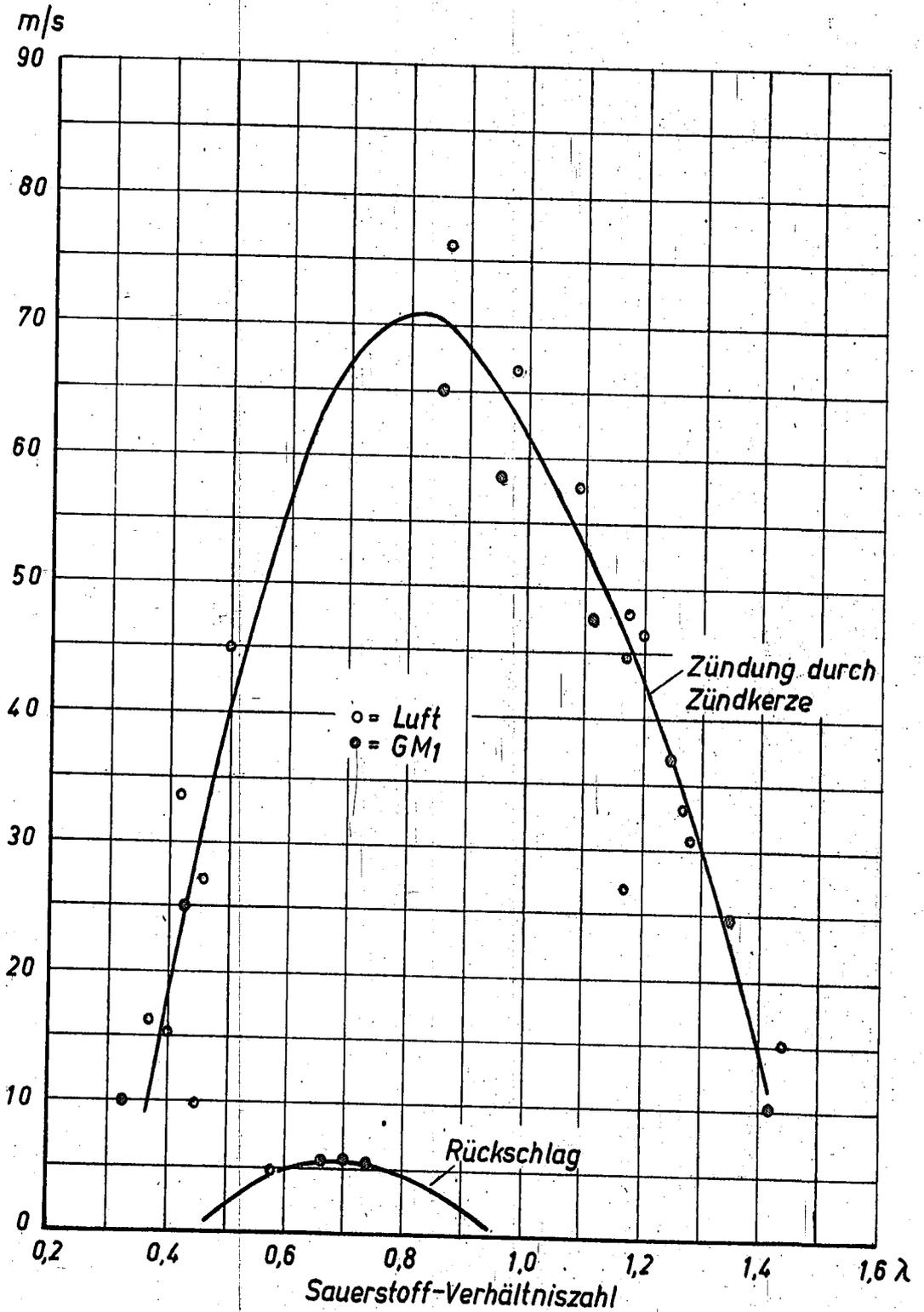
$\sim 200^\circ\text{C}$     1ata  
Rohr:  $d=22,5$      $l=4000$



839

### Verbrennungsgeschwindigkeiten von Kraftstoff-Luftgemischen mit GM<sub>1</sub>-Zusatz

~200°C 1ata  
Rohr d=40 l=400

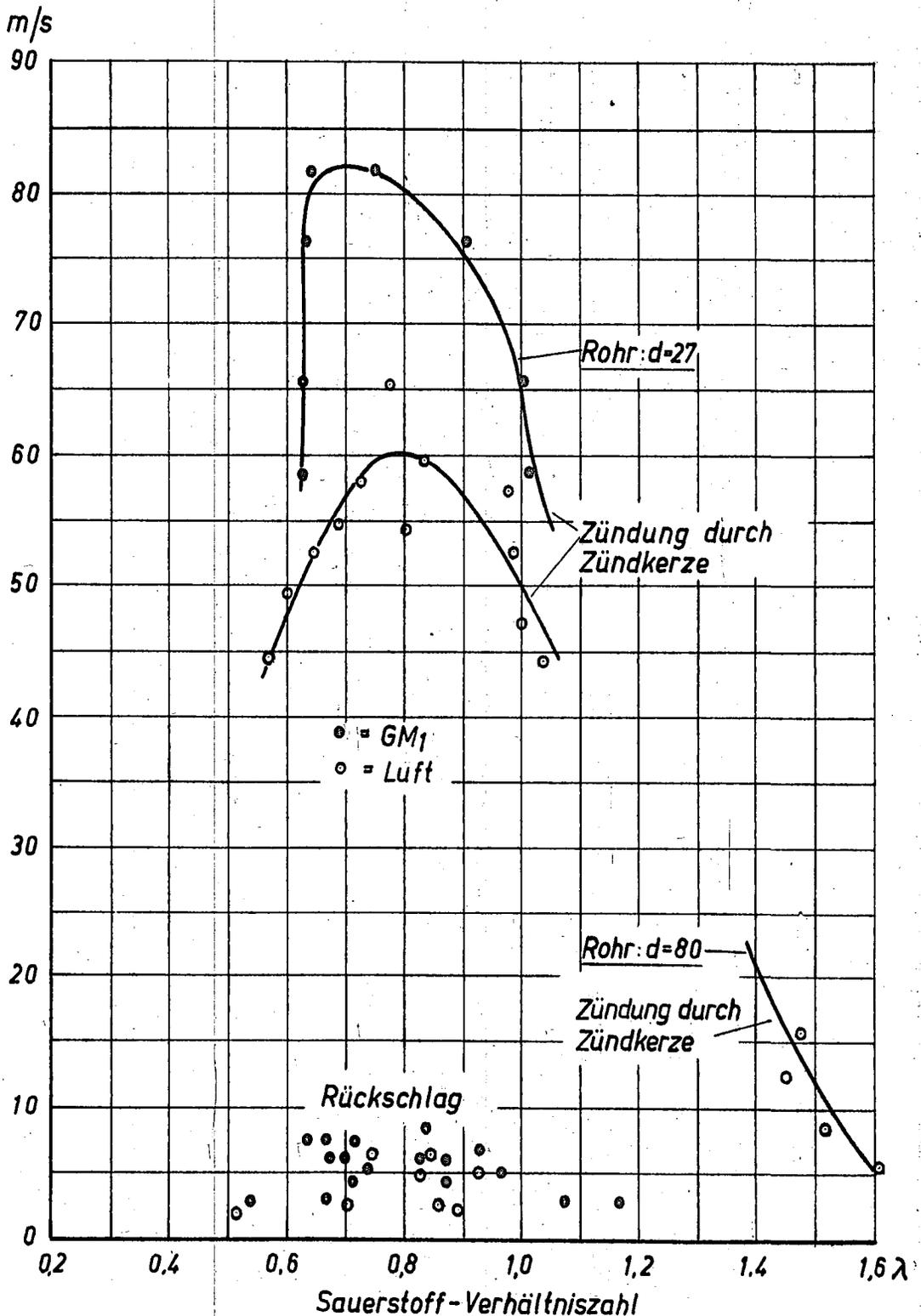


840

### Verbrennungsgeschwindigkeiten von Kraftstoff-Luftgemischen mit GM<sub>1</sub>-Zusatz

~200°C, 1ata

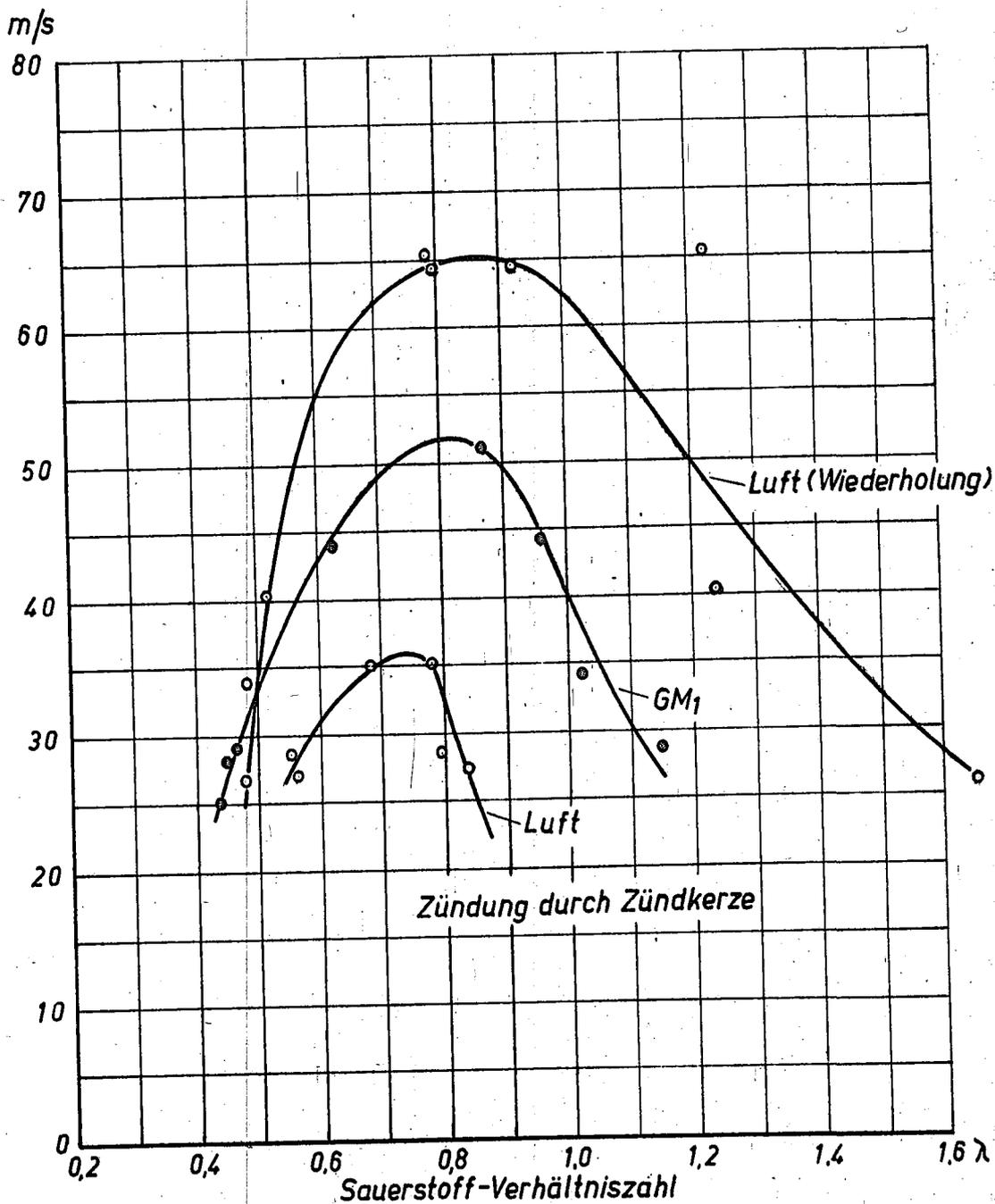
l=400



841

### Verbrennungsgeschwindigkeiten von Kraftstoff-Luftgemischen mit GM<sub>1</sub>-Zusatz

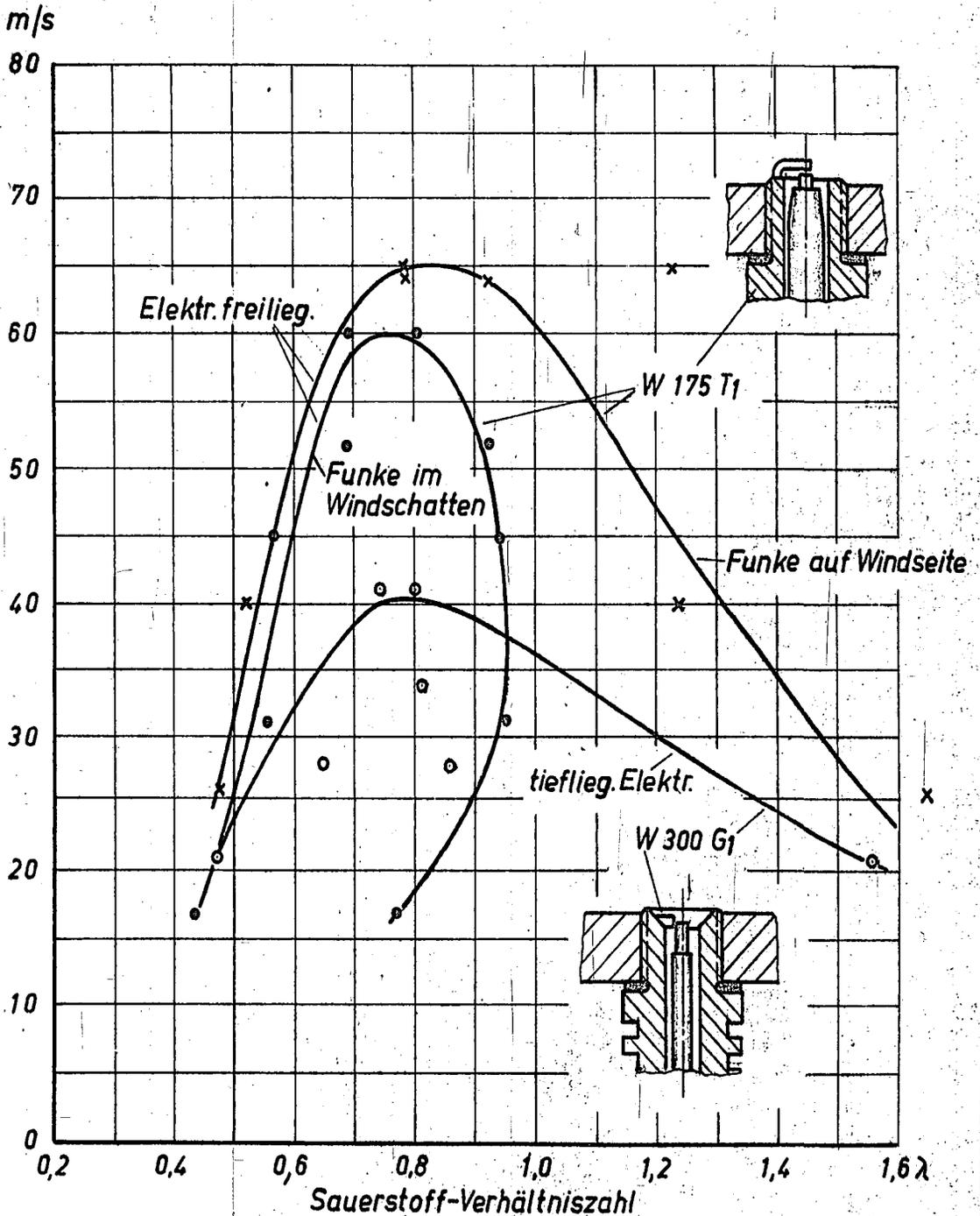
~ 200°C 1ata  
Rohr: d=20, l=400



842

### Verbrennungsgeschwindigkeiten von Kraftstoff-Luftgemischen m. versch. Zündkerzenstellungen

~200°C 1ata  
Rohr d=20 l=400



843

1/0186 25000. 11. 42.