

A-4

Berichte des Technischen Prüfstandes Oppau

Bericht Nr. 447

**Untersuchung von Düsen mit dem
Mengenstroboskop**

8472



**I. G. FARBENINDUSTRIE AKTIENGESELLSCHAFT
LUDWIGSHAFEN AM RHEIN**

Bericht des Technischen Prüfstandes Oppau

Nr. 447

Untersuchung von Düsen mit dem Mengenstroboskop.

Es wurde mittels des Mengenstroboskopes die während des Spritzvorganges aus der Düse je Kurbelwinkel austretende Kraftstoffmenge gemessen. Das Mengenstroboskop besteht aus Einspritzpumpe und Düse, die rotieren und den Kraftstoff in Taschen mit Messgläschen als Endungen einspritzen.

Die untersuchten Zapfendüsen hatten trotz verschiedener Düsenformen alle annähernd gleiche Spritzmengencharakteristik. Eine Lochdüse ergab etwas längere Einspritzzeit und etwas geringere Einspritzmenge. Die Viskosität der Kraftstoffe erhöht erst bei über 10° E (entsprechend 75 cSt) etwas die Einspritzzeit, bei gleichzeitiger Verzögerung am Einspritzende. Mit kleinem Pumpenkolben ist die Spritzmenge kurz nach Spritzbeginn am grössten und fällt dann erheblich ab, wogegen sie bei grösseren Pumpenkolben länger in der Nähe des Höchstwertes bleibt. Hoher Einspritzdruck verringert die Einspritzzeit, ergibt allerdings auch stärkere Schwankungen im Spritzverlauf, als niedriger Einspritzdruck. Die Gleichmässigkeit der Einspritzungen wurde durch Aufspritzen des Kraftstoffes auf ein Filterband geprüft.

Abgeschlossen am: 10. März 1941

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Köhler

Die vorliegende Ausfertigung 12 enthält

5 Textblätter

6 Bildblätter

Verteiler

Nr.	am	Empfänger	Nr.	am	Empfänger
1	25.3.41	Herrn Dir. Dr. Müller - Cunradi,	4	25.3.41	
2	25.3.41	Herrn Ob. Ing. Raichle,			
3	25.3.41	Herrn Dipl. Ing. Scholz, Leuna,			
4		Herrn Prof. Dr. Ing. Wilke,			
5	25.3.41	Herrn Dipl. Ing. Pöschel,			
6	25.3.41	Herrn Dipl. Ing. Köhler,			
7					
8					
9	25.3.41	Oggenheim			
10					
11					
12					

8473

Untersuchung von Düsen mit dem Mengestroboskop.

Zweck der Versuche.

Ganghärte und saubere Verbrennung eines Dieselmotors werden einerseits durch die Güte der Zerstäubung des Kraftstoffes und dessen Verteilung über den gesamten Brennraum und andererseits durch die Kraftstoffmenge und ihre Verteilung über den Einspritzvorgang beeinflusst. Zur Beobachtung der Zerstäubung hat sich das Blitzlicht-Stroboskop ¹⁾ bewährt. Dagegen fehlte bisher noch ein zuverlässiges Gerät, mit dem die Kraftstoffverteilung über den gesamten Einspritzvorgang gemessen werden konnte. Die vorstehenden Versuche haben den Zweck, für eine Reihe von Kraftstoffen, insbesondere solchen von verschiedener Viskosität, sowie für einige Einspritzdüsen den Verlauf der Einspritzmenge während des Einspritzvorganges zu untersuchen.

Versuchsdurchführung.

Die Untersuchungen wurden mit dem nachstehend beschriebenen Mengestroboskop, das hierfür besonders entwickelt wurde, durchgeführt. Auf Blatt 1 ist der Aufbau dieses Gerätes dargestellt, Blatt 2 zeigt es in zwei Ansichten. Seine Arbeitsweise ist folgendes: Die Einspritzpumpe kreist um die feststehende Nockenwelle. Sie trägt die Einspritzdüse, die somit die Drehbewegung mitmacht. Am Umfang des von der Düsenöffnung beschriebenen Kreisbogens sind über einen Winkel von 60° Taschen angebracht, in die der Kraftstoff eingespritzt wird. Die Taschen sind in Abständen von je einem Kurbelgrad angeordnet und endigen in kleinen Messgläschen von 9 mm ϕ . Wenn die Düse im Vorbeilauf Kraftstoff in die Auffanggläschen spritzt, wird dieser den Messgläschen zufließen und sich dort ansammeln.

Durch diese Anordnung kann daher schon während des Versuchs die Kraftstoffverteilung beobachtet werden.

Die Einspritzpumpe wird mittels Riemenscheibe durch einen kleinen Elektromotor angetrieben. Das Gerät hat ein zum Schutz gegen abfliegende Teile kräftig ausgebildetes zylindrisches Gehäuse, an dem die Kraftstoffauffangtaschen befestigt sind. Auf dem Deckel des Gehäuses ist der Drehzahlmesser der Pumpe, die Regelvorrichtung zur Mengenverstellung der Pumpe und eine Kraftstoffmessglas angebracht.

Zur Untersuchung der Gleichmässigkeit der Einspritzung wird anstelle der Auffangtaschen ein laufendes, durch einen regelbaren Motor angetriebenes Band verwendet, (vgl. Bild 2a auf Blatt 2) auf dem ein streifen Filterpapier aufgespannt ist. Der Kraftstoff wird mit einem Farbstoff versetzt und auf das Filterband aufgespritzt. Aus Form und Gleichartigkeit der Gelflecken kann auf die Gleichmässigkeit der Einspritzung geschlossen werden. Bild 3 zeigt die Einspritzmarken einer gleichmässig arbeitenden Düse, Bild 3a diejenigen einer unregelmässig spritzenden Düse.

Versuchsergebnis.

1.) Einfluss der Düse auf den Einspritzverlauf.

Auf Blatt 4 sind die Messergebnisse an sechs verschiedenen Düsen, einer Lochdüse (DLOS 103) und fünf Zapfendüsen aufgetragen. Es ist hierbei der Flüssigkeitsstand, der sich je Auffanggläschen, d.h. also je $\frac{1}{2}$ KW ergab. Zur Messung wurden jeweils 400 Einspritzungen, bei sonst gleichen Bedingungen verwendet. Für jede Düse sind die Ergebnisse bei vier Pumpeneinstellungen eingetragen. Die Pumpeneinstellungen wurden willkürlich gewählt. Es entspricht Pumpeneinstellung 10 der kleinsten, Stellung 25 der grössten Einspritzmenge.

Die Einspritzdüse DLOS 103 ergab einen ziemlich flachen Verlauf, insbesondere das Ende der Einspritzung erfolgte nur allmählich. Es lässt dies ungünstige Verbrennung erwarten und auf Nachtropfen der Düse schließen. Die Diagramme von den Zapfendüsen weisen unter sich keine hervorstechenden Unterschiede auf. Beginn und Ende der Einspritzung erfolgte ziemlich rasch, was erwünscht ist.

2.) Einfluss der Viskosität des Kraftstoffes.

Der Einfluss der Viskosität wurde mit sechs Kraftstoffen und zwar mit Benzin von 0,7, Spindelölen von 5 bis 320 und einem Schmieröl von 1140 cSt untersucht. Es wurde hierbei die Lochdüse DLOS 103 verwendet.

Bei den dünnflüssigen Kraftstoffen (Bild 10-12) ist der Einspritzbeginn und das Einspritzende ziemlich scharf. Bei den dickflüssigen Kraftstoffen über 50 Centistokes (Bild 13-15) schliesst die Düse träger, wodurch die Einspritzzeit etwas länger wird. Der Unterschied beträgt zwischen Benzin und dem dickflüssigsten der versuchten Kraftstoffe mit 1140 Centistokes etwa 7° Kurbelwinkel. Weil die zuletzt eingespritzten Mengen der dickflüssigeren Kraftstoffe nicht mehr genügend zerstäubt werden, ist zu erwarten, dass hierdurch schlechte Verbrennung des Kraftstoffes eintritt.

3.) Einfluss des Pumpenkolbendurchmessers.

Auf Blatt 6 ist für die Zapfendüse DR8 S2 die Einspritzmenge bei Verwendung eines Pumpenkolbens von 5 und eines von 8 mm ϕ aufgetragen. Das Einspritzdiagramm ist bei Verwendung des 8 mm Kolbens wesentlich höher, weil wesentlich mehr Kraftstoff eingespritzt wird. Beim 5 mm Kolben (Bild 16) steigt die Einspritzmenge je $^\circ$ KW sofort rasch an, da der Kolben jedoch weniger Kraftstoff nachliefert, fällt sie wieder ab.

was ab. Das Einspritzende ist weniger scharf ausgeprägt wie beim grösseren Kolben. Bei Verwendung des 8 mm Kolbens (Bild 17) steigt die Einspritzmenge je $^{\circ}$ KW auch sofort steil an, bleibt jedoch bei länger Einspritzzeit o.B., längere Zeit in der Nähe der Höchstmenge, um dann wieder mit Einspritzende rasch abzusinken.

(.) Einfluss des Einspritzdruckes.

Ebenso wie der Kolbendurchmesser wirkt der Einspritzdruck auf den Verlauf des Einspritzdiagramms ein (Bild 18, Blatt 6). Bei höherem Druck öffnet die Düse später und schliesst früher. Die Einspritzmenge schwankt während des Einspritzvorganges ziemlich heftig. Es sind hierbei Schwingungen zu erkennen, die etwa denjenigen der Vorspannfeder der Düse entsprechen. Gegen des höheren Druckes in der Einspritzleitung sind die Spitzen des Einspritzdiagramms höher als bei geringem Einspritzdruck.

Mengenstroboskop

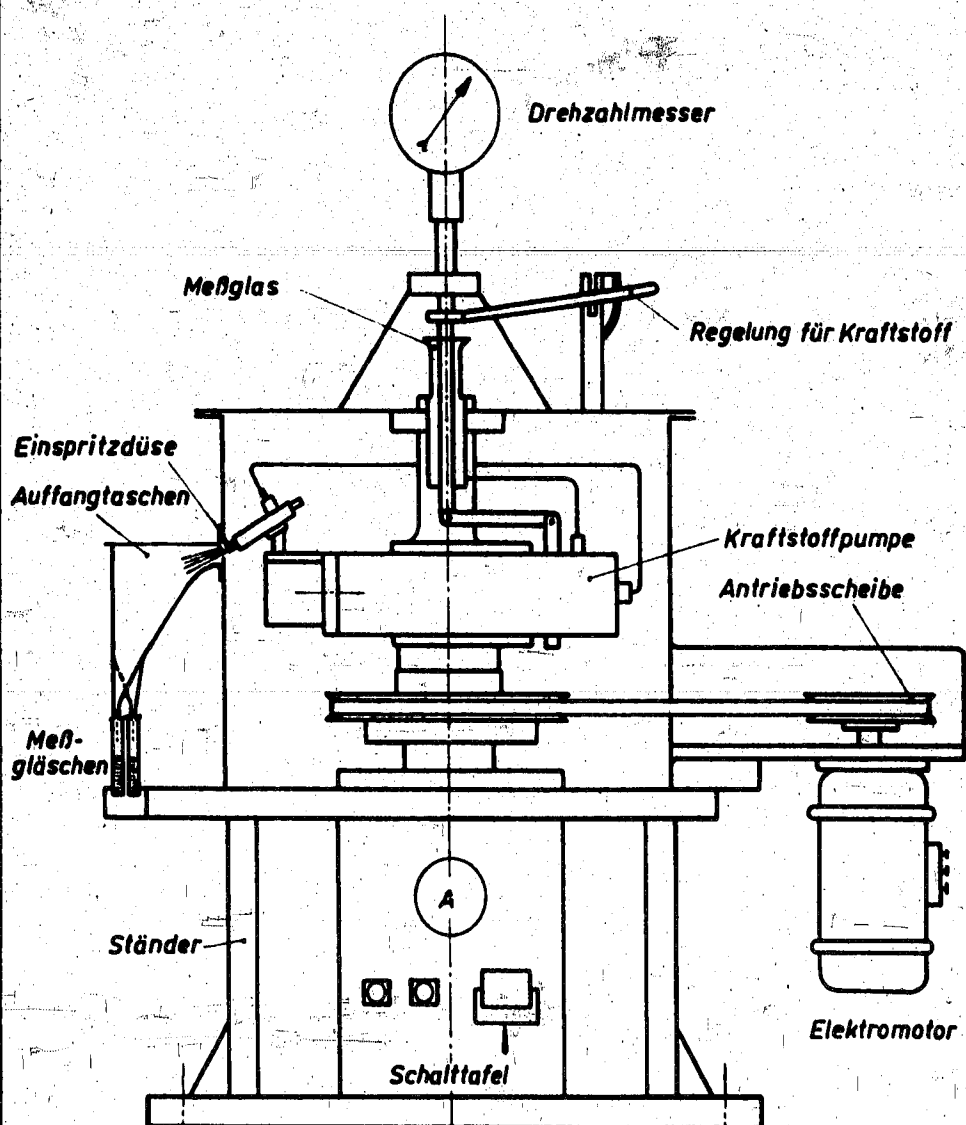
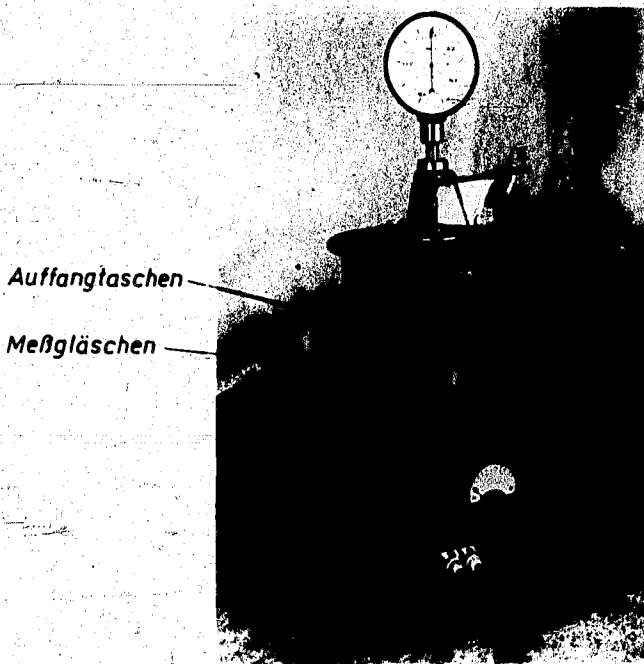


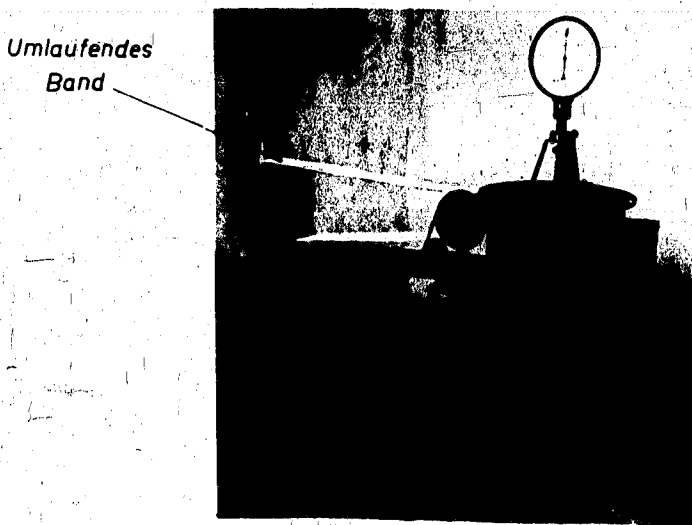
Bild 1 Aufbau des Mengenstroboskops

8478

Mengenstroboskop



*Bild 2 Ansicht des Mengenstroboskops
mit den Auffangtaschen*



847.9

*Bild2a Ansicht des Mengenstroboskops
mit Band zur Aufzeichnung des Spritzstrahles*

Überwachung des Düsenstrahles

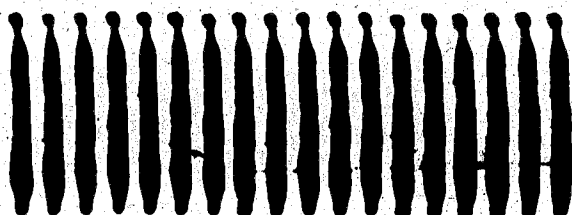


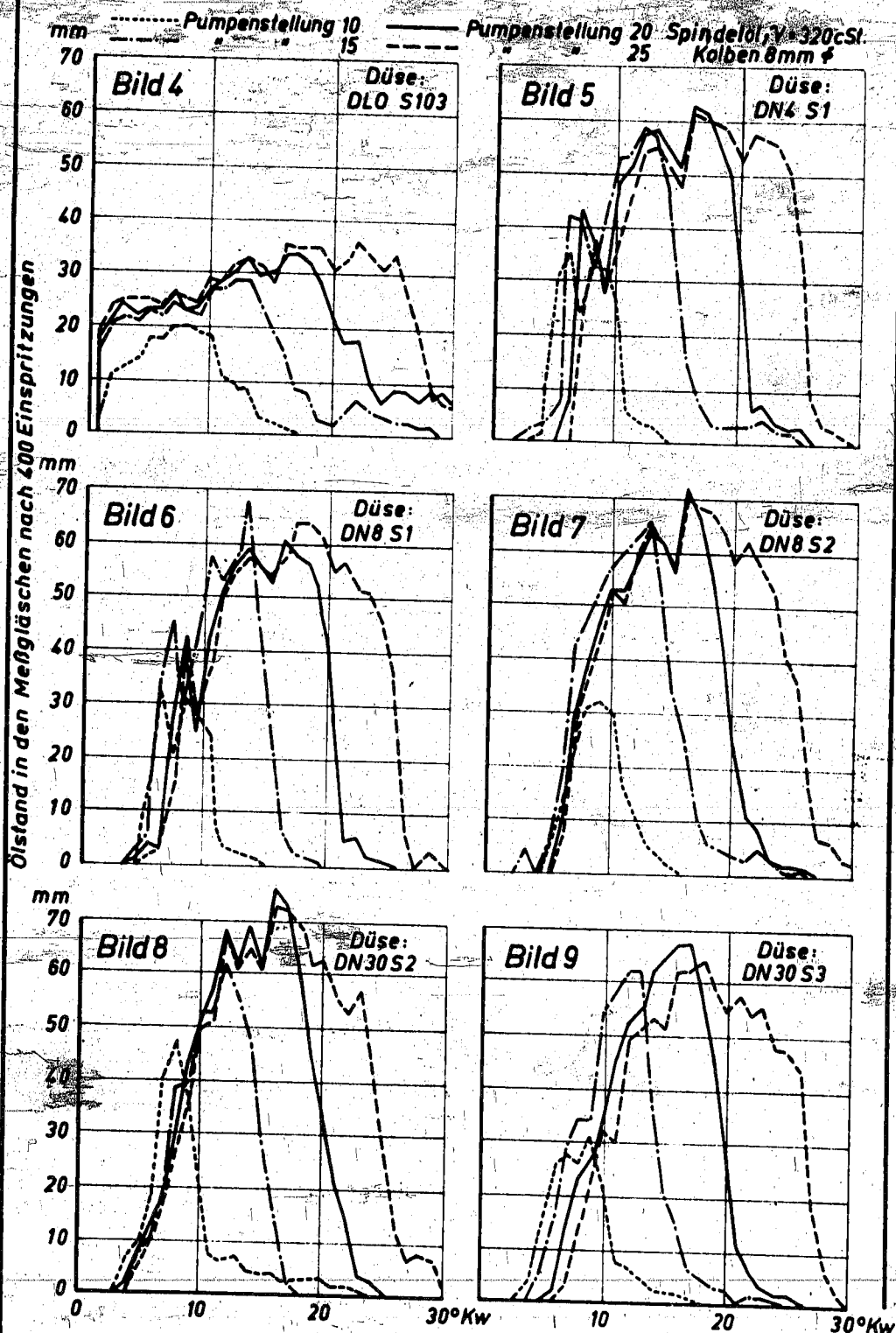
Bild 3 Spritzmarken einer gleichmäßig arbeitenden Düse



Bild 3a Spritzmarken einer ungleichmäßig arbeitenden Düse

8480

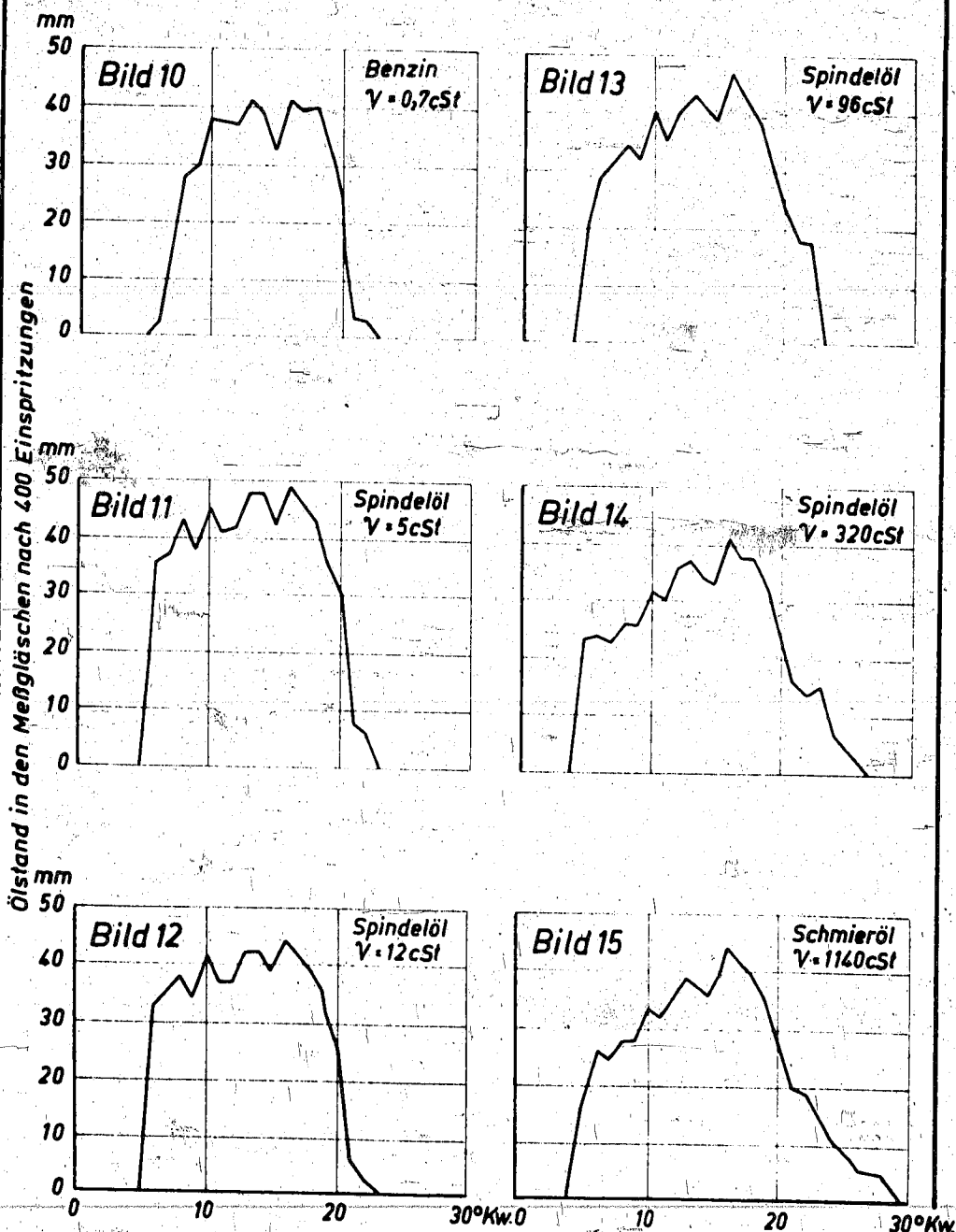
Spritzverlauf verschiedener Düsen



Spritzverlauf abhängig von der Viskosität des Kraftstoffes

Düse: DLO S 103

Kolben: 5mm ϕ



8482

Spritzverlauf abhängig von Pumpenkolben und Einspritzdruck

..... Pumpenstellung 10 ——— Pumpenstellung 20 Spindelöl, $\nu = 320 \text{ cSt}$
 ——— " " 15 - - - - - " " 25

