

Bei Verwendung von Erdölen und Leuchtgas ist  $\eta_1 = 1$ ; wird Kraftgas oder irgend ein anderer Brennstoff verwendet, der erst durch einen Generatorprozess gewonnen wird, so ist  $\eta_1 < 1$ .

Der Wirkungsgrad  $\eta_2$  der Verbrennung ist bei den Explosionsmotoren bisher wenig beachtet worden; erst neuere Untersuchungen, besonders an Petroleummotoren, haben auf die Unvollkommenheit der Verbrennung hingewiesen. Für Gasmotoren, mit Leuchtgas betrieben, scheint  $\eta_2$  nahezu gleich 1 zu sein; Dr. Haber in Karlsruhe hat durch Untersuchungen an einem 4pferdigen Gasmotor nachgewiesen, dass bei voller Belastung  $\eta_2 = 1$ , bei  $\frac{1}{3}$  der Belastung  $\eta_2 = 0,95$  war.

Zahlenmäßige Feststellungen scheinen für Petroleummotoren nicht bekannt zu sein, wohl aber ist aus der Verschmutzung der Maschinen und dem Geruch der Abgase auf eine unvollständige Verbrennung zu schliessen.

Nach den am Diesel-Petroleummotor bis heute gemachten Beobachtungen ist die Verbrennung in demselben

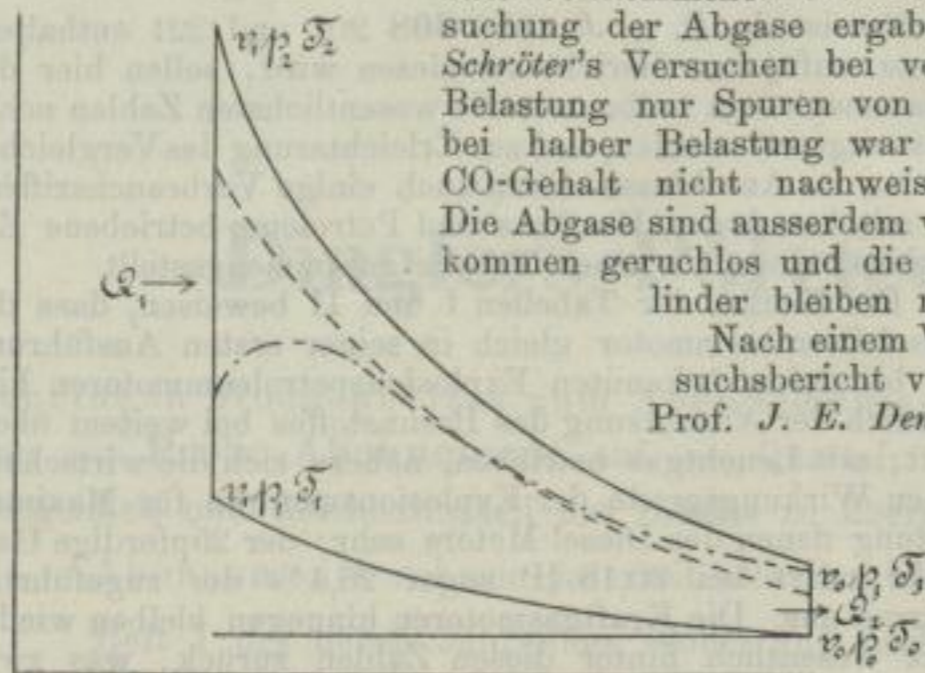


Fig. 1.

eine vollkommene. Die Untersuchung der Abgase ergab bei Schröter's Versuchen bei voller Belastung nur Spuren von CO, bei halber Belastung war der CO-Gehalt nicht nachweisbar. Die Abgase sind ausserdem vollkommen geruchlos und die Cylinder bleiben rein. Nach einem Versuchsbericht von Prof. J. E. Denton,

Hoboken-New York, über einen Diesel-Motor blieb derselbe mit Rohöl betrieben nach 30stündigem Betriebe vollständig rein und war nicht die Spur eines Niederschlages nachzuweisen. Die Auspuffgase brachten keinen Russ und waren nicht im stande, weisses Papier zu beschmutzen, das dagegen gehalten wurde. Die Annahme, dass in der vollkommenen Verbrennung beim Diesel-Motor ein wesentlicher Grund zu dem besseren wirtschaftlichen Wirkungsgrad gegenüber dem Petroleumexplosionsmotor zu suchen ist, erscheint so nach berechtigt.

Der Wirkungsgrad „ $\eta_3$ “ setzt sich aus zwei Faktoren zusammen und zwar:

$$\eta_3 = \eta_3' \cdot \eta_3'';$$

dabei ist:

$\eta_3'$  = der theoretische } Wirkungsgrad des Kreisprozesses.  
 $\eta_3''$  = der indizierte }

Für Explosionsmotoren ermittelt sich derselbe nach Fig. 1 wie folgt:

$Q_1$  ist die zugeführte Wärmemenge,  
 $Q_2$  „ „ abgeführte „

Expansion und Kompression erfolgen adiabatisch.

$$Q_1 = c_v (T_2 - T_1)$$

$$Q_2 = c_v (T_3 - T_0)$$

$$\eta_3' = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{T_3 - T_0}{T_2 - T_1}$$

Für adiabatische Zustandsänderung ist:

$$\frac{T_3}{T_2} = \left(\frac{v_1}{v_0}\right)^{k-1}$$

$$\frac{T_0}{T_1} = \left(\frac{v_1}{v_0}\right)^{k-1}$$

$$\frac{T_3}{T_2} = \frac{T_0}{T_1}; \text{ oder } T_3 = T_2 \frac{T_0}{T_1}$$

Eingesetzt:

$$\eta_3' = 1 - \frac{T_2 \frac{T_0}{T_1} - T_0}{T_2 - T_1} = 1 - \frac{T_0(T_2 - T_1)}{T_1(T_2 - T_1)} = 1 - \frac{T_0}{T_1}$$

$\eta_3'$  ist sonach nur abhängig vom Volumverhältnis  $\left(\frac{v_0}{v_1}\right)$  und wächst mit zunehmender Kompression. Dass derselbe auch durch Vergrößerung der Expansionsperiode über das Volumen  $v_0$  hinaus verbessert werden könnte, ist ohne weiteres aus der Figur ersichtlich <sup>1)</sup>.

$\eta_3''$  ist bedingt durch die Abkühlung des Gemisches bei der Zündung; die Explosionsendtemperatur und der Enddruck erreichen deshalb nicht die theoretischen Werte  $T_2 p_2$ , sondern  $T_2' p_2'$ , wie punktiert. Ferner findet die Verbrennung nicht immer plötzlich (explosionsartig), sondern häufig allmählich während des Expansionshubes statt, so dass die Expansionskurve die strichpunktierte Form annehmen kann. Die Form dieser Kurve ist von verschiedenen Einflüssen abhängig: von dem Mischungsverhältnis zwischen Luft und Brennstoff, der Innigkeit der Mischung, der Temperatur der Wandungen des Zündraumes u. s. w.

Die Einwirkung des Volumenverhältnisses zwischen Gas und Luft auf die Verbrennungsdauer stellte Dugald

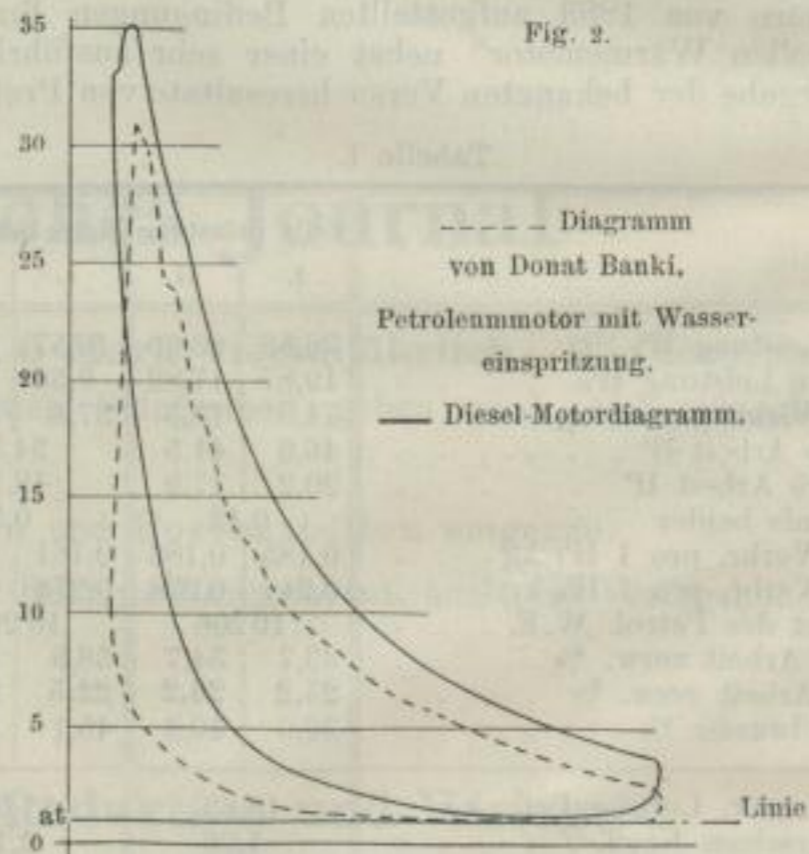


Fig. 2.

----- Diagramm von Donat Banki, Petroleummotor mit Wassereinspritzung.  
 — Diesel-Motordiagramm.

Clerk für verschiedene Leuchtgase Englands fest und fand unter anderem folgende Werte:

Gas-Vol.	Luft-Vol.	Zeit der Verbrennung	Explosions-Enddruck	Temperatur $t_2$	
				beobachtet	berechnet
1	4	0,16"	5,60 kg	1595 °C	
1	5	0,055	6,37 "	1812 "	
1	6	0,040	6,30 "	1792 "	3808
1	7	0,060	6,09 "	1733 "	3334
1	11	0,17	4,27 "	1220 "	2228

Dabei stand das Gemisch vor der Zündung unter atmosphärischer Spannung. An Kraftgasanlagen, besonders in Basel, wurde festgestellt, dass durch das langsame Verbrennen des armen Gases der wirtschaftliche Wirkungsgrad wesentlich vermindert wird. Professor Meyer rechnet aus, dass die ermittelte Ausnutzung der Wärme im Motor von 19,3%, auf die indizierte Leistung bezogen, sich bei rascher Verbrennung auf 23,8% erhöhen würde.

Stellen wir für die heute gebräuchlichen Verhältnisse bei Explosionsmotoren den Wert  $\eta_3 = \eta_3' \cdot \eta_3''$  numerisch fest, so ergibt sich bei  $T_0 = 300^\circ$ :

$$\text{für } \frac{v_0}{v_1} = 4; T_1 = T_0 \left(\frac{v_0}{v_1}\right)^{k-1} = 300 \cdot 4^{0,41} = 530^\circ$$

$$\eta_3' = 1 - \frac{300}{530} = 0,435 \text{ (43,5\% (Gasmotoren),$$

<sup>1)</sup> Siehe O. Köhler, Theorie der Gasmotoren. Buch 1887.