

Bei sehr raschem Lauf und großen Massen kann es andererseits vorkommen, daß die Massenkräfte die statischen Kolbendrucke übersteigen und der Berechnung zugrunde zu legen sind.

### c) Die Kraftwirkungen in Verbrennungsmaschinen.

Die zweite Hauptart der Kolbenkraftmaschinen, die Verbrennungsmaschinen, arbeiten nach verschiedenen Verfahren: 1. mit fremder Zündung unter Verpuffung, 2. mit Selbst-

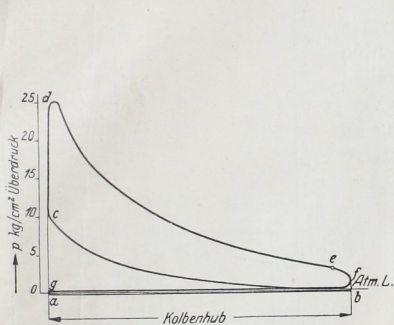


Abb. 1056. Druckverlauf in einer Viertaktverpuffungsmaschine.

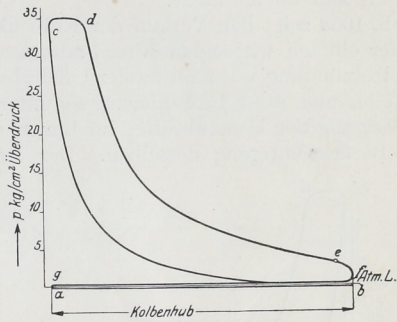


Abb. 1057. Druckverlauf in einer Viertaktselbstzündmaschine.

zündung des Gemisches (Dieselmaschinen) und entweder im Viertakt oder im Zweitakt, so daß vier Gattungen entstehen, die konstruktiv noch als einfach und doppelwirkende Maschinen stehender oder liegender Bauart auf verschiedenste Weise durchgebildet werden.

In Abb. 1056 ist der Druckverlauf einer Viertakt-Verpuffungsmaschine wiedergegeben.

Beim ersten Hinlauf saugt der Kolben das Gasluftgemisch unter geringem Unterdruck, der Linie  $cb$  entsprechend, an (Saughub) und verdichtet es beim Rücklauf nach  $bc$  (Verdichtungshub). Im Punkt  $c$  wird das Gemisch entzündet, verbrennt unter rascher Steigerung des Druckes und treibt

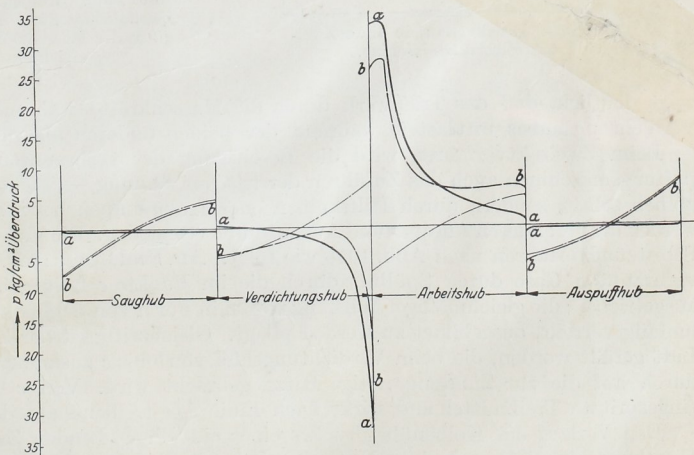


Abb. 1058. Kolbenüberdrucklinie für eine Viertaktmaschine mit Selbstzündung  $a-a$  unter Vernachlässigung der Massenkräfte,  $b-b$  unter Berücksichtigung derselben.

den Kolben während des dritten, des Arbeitshubes, dem Druckverlauf  $cdef$  gemäß an. In  $e$  wurde die Auslaßöffnung freigegeben, durch welche die verbrannten Gase während des vierten, des Auspuffhubes, von  $f$  bis  $g$  vom Kolben hinausgeschoben werden; in  $a$  beginnt das Spiel von neuem. Der höchste Druck, den man zur Berechnung des größten Kolbendruckes benutzt, pfllegt bei 25 at zu liegen.

Beim Viertaktverfahren mit Selbstzündung, Abb. 1057, wird während des ersten Hubes von  $a$  bis  $b$  nur Luft angesaugt, die während des zweiten, von  $b$  bis  $c$  so stark verdichtet wird, daß ihre Temperatur den Zündpunkt des Brennstoffes überschreitet. Während des dritten, des Arbeitshubes, wird das Treibmittel bis zum Punkte  $d$  eingespritzt, durch die hoch erhitze Luft entzündet und verbrannt. Von  $d$  bis  $e$  dehnen sich die Gase unter weiterer Abgabe der Nutzarbeit aus und entweichen während des Auspuffhubes von  $f$  bis  $g$ , nachdem im Punkte  $e$  das Auspuffventil geöffnet worden ist. Der Verbrennungsdruck erreicht 30 bis 35 at.

Abb. 1058 zeigt den Verlauf der Kolbenkräfte an einer einfach wirkenden Einzylindermaschine mit Selbstzündung während zweier Umdrehungen der Welle, und zwar im Linienzug  $aa$  unter Vernachlässigung der Massenkräfte, im Linienzug  $bb$  unter Berücksichtigung derselben. Der letztere

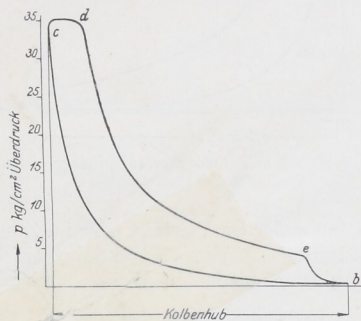


Abb. 1059. Druckverlauf in einer Zweitaktselbstzündmaschine.

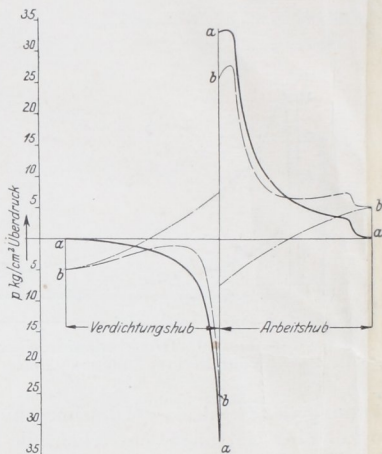


Abb. 1060. Kolbenüberdrucklinie an einer Zweitaktmaschine,  $a-a$  unter Vernachlässigung der Massenkräfte,  $b-b$  unter Berücksichtigung derselben.

zeigt deutlich, daß das Triebwerk durch die Massenkräfte während des Arbeits- und Verdichtungshubes entlastet, während der beiden anderen aber belastet wird.

Beim Zweitaktverfahren wird die Beseitigung der verbrannten Gase — bei Verpuffungsmaschinen auch das Zuführen der frischen Ladung —, nicht durch den Arbeitskolben selbst, sondern durch Hilfskolben oder Ladepumpen bewirkt. Auf diese Weise werden die besonderen Ansaug- und Auspuffhübe vermieden. Die Vorgänge verlaufen beim Selbstzündverfahren nach Abb. 1059 wie folgt. Am Schluß des Arbeitshubes werden die verbrannten Gase durch Spülluft durch die im Punkte  $e$  freigegebene Auspufföffnung ausgetrieben, die gleichmäßiger Wirkung wegen in Form von Schlitzen, auf dem Zylinderumfang verteilt, ausgebildet zu werden pflegt. Gleichzeitig ist der Zylinder mit frischer Luft gefüllt worden, die beim Verdichtungshub von  $b$  bis  $c$  zusammengedrückt und hierdurch auf die zur Zündung nötige Hitze gebracht wird. Von  $c$  bis  $d$  verbrannt das eingespritzte Treibmittel und wirkt nach Linie  $cde$  treibend auf den Kolben.

Den Verlauf des Kolbenüberdruckes einer einfach wirkenden Zweitakt-Einzylinder-Dieselmachine während einer Umdrehung der Welle zeigt Abb. 1060.

#### d) Ermittlung der Kräfte in den Teilen des Kurbeltriebes.

Beträgt an einer Betriebsmaschine, welche die erzeugte Energie durch ihre Welle abgibt, die Kolbenkraft in irgendeinem Augenblick  $P$  kg, Abb. 1061, so wirken in der unter dem Winkel  $\psi$  geneigten Schubstange:

$$S = \frac{P}{\cos \psi} \text{ kg,} \quad (300)$$