

kommung der heute gebräuchlichen Vorrichtungen ist nur mehr eine Frage der Zeit, so daß in dieser Hinsicht kaum mehr viel zu wünschen übrig bleibt.

225. Die Zweitaktmaschine. Zweitaktmaschinen nennt man jene mit Verdichtung der Ladung arbeitenden Maschinen, bei welchen nach jeder Umdrehung auf ein und derselben Kolbenseite eine Entzündung beziehungsweise Explosion erfolgt. Die Zweitaktmaschinen arbeiten hinsichtlich ihres Kreisprozesses genau so wie die Viertaktmaschinen, nur bezüglich der Reihenfolge der vier Operationen des Viertaktes besteht hier der Unterschied, daß sich dieselben nicht in vier, sondern in zwei Hüben vollziehen, indem sich die beiden Hübe des Ansaugens und der Ausströmung mit Hilfe von Pumpen, Zwischenbehältern und anderen Vorrichtungen entbehren lassen. Gewöhnlich tritt die bereits vorher mäßig verdichtete Ladung in den Cylinder, wenn der Kolben nahe am inneren Totpunkte steht und treibt die Verbrennungsprodukte des letzten Hubes vor sich her aus dem Cylinder.

Die Abmessungen großer Viertaktmaschinen werden bei großen Leistungen so gewaltige, daß sich das Bestreben der Konstrukteure schon seit längerer Zeit darauf gerichtet hat, die an sich so einfache und bewährte Arbeitsweise der Viertaktmaschine bei großen Gasmotoren zu verlassen und durch öfter wiederkehrenden Antrieb die Abmessungen und damit auch die Gewichte der Maschinen zu verringern. Aus diesem Bestreben entstanden die im Zweitakt arbeitenden, mit einseitig offenen, also einfachwirkenden, sowie mit beiderseits geschlossenen, also doppeltwirkenden Cylindern ausgeführten Maschinen, welche letztere genau so arbeiten, wie eine Eincylinderdampfmaschine. Dieses Vorgehen hat nach jahrelanger, mühseliger Arbeit zu vollem Erfolge geführt.

Der erste, welcher im Jahre 1879 die Idee des Zweitaktes zur Ausführung brachte, war der englische Ingenieur D. Clerk. Seine Maschine fand jedoch erst 1881 Eingang in der Praxis und hat seitdem einer größeren Anzahl von Erfindern als Vorbild gedient. Unter diesen sind die Konstruktionen von Körting, Stockport, Robson, Baldwin u. a. zu erwähnen.

Diese Maschinen unterscheiden sich voneinander nur hinsichtlich ihrer Konstruktion; die Wirkungsweise ist bei allen dieselbe. Durch eine der Maschine angehängte Kompressionspumpe wird die explosive Ladung angesaugt und sodann in den Cylinder gedrückt, sobald der Arbeitskolben gegen Ende seines Aushubes eine Reihe von in der Cylinderwand befindlicher Auspufföffnungen zu überstreifen beginnt. Die unter Druck einströmende frische Ladung drängt zunächst, während der Kolben seinen

Aushub vollendet, die Verbrennungsprodukte durch jene Öffnungen hinaus. Während der Kolben seinen Rücklauf beginnt, treibt er den Rest der Verbrennungsprodukte aus dem Cylinder, um sodann während des Einhubes die Ladung weiter zu verdichten. Nach vollendetem Rückhub tritt Zündung und Explosion ein und das Spiel beginnt von neuem. Statt einer Pumpe, welche Luft und Gas einnimmt und als fertige Mischung in den Arbeitcylinder drückt, werden auch zwei getrennte Pumpen verwendet, wovon die eine als Luftpumpe, die andere als Gaspumpe dient; die Mischung erfolgt beim Übertritt in den Cylinder.

Wie aus diesem Arbeitsprozesse hervorgeht, ist bei diesen Maschinen die Expansion unvollkommen, indem der Kolben bereits vor Hubende die Auslaßschlitze überstreift, somit der Austritt früher als bei Maschinen mit gesteuerten Auslaßorganen erfolgt; andererseits findet eine teilweise Mischung der frischen Ladung mit den Verbrennungsprodukten, sowie ein nicht zu umgehender direkter Verlust derselben statt. Die Maschinen arbeiten, namentlich wenn sie doppeltwirkend gebaut sind, gleichmäßig und ruhig, jedoch auf Kosten des Gasverbrauches.

Die übrigen Teile der Maschine funktionieren wie bei der Viertaktmaschine; die Bewegung der Steuerorgane kann jedoch, da die Übersetzung 2 : 1 wegfällt, direkt von der Maschinenwelle aus ohne Zwischenwelle erfolgen. Die Regulierung erfolgt zumeist durch ausfallende Ladungen.

Bei der ersten Zweitaktmaschine von Clerk war die Einrichtung so getroffen, daß die Pumpe zuerst die Ladung und dann noch eine bestimmte Menge reiner Luft ansaugte, welche dann zuerst in den Cylinder gedrückt wurde und verhindern sollte, daß die Verbrennungsprodukte sich mit der Ladung mischen.

Steuerung und Zündung erfolgte durch einen Schieber.

Bei seiner späteren Maschine ließ Clerk die Ladung frischer Luft, welche sich nicht bewährt hatte, weg, baute dieselbe viel praktischer und verwendete zur Steuerung Ventile, zur Zündung Glührohre.

Die Stockportmaschine war derart gebaut, daß der Kompressionscylinder und der Arbeitcylinder, beide einfachwirkend, auf einem gemeinschaftlichen Rahmen einander gegenüber lagen, während die Kurbelwelle zwischen beiden gelagert und vom Arbeitskolben durch eine Pleuelstange angetrieben war. Die beiden Kolben waren untereinander durch Stangen fest verbunden.

Bei der Maschine von Robson dient der Arbeitcylinder gleichzeitig als Kompressionscylinder, indem er doppeltwirkend, also beiderseits geschlossen gebaut ist und der Kolben die Funktion des Arbeitskolbens

und Pumpenkolbens übernimmt. Die Steuerung, auch jene der Ausströmung, erfolgt durch Ventile; die Zündung durch Glührohre.

In ähnlicher Weise sind die Maschinen von Baldwin und Mire angeordnet, nur die Detailausführung ist geändert und die Glührohrzündung durch elektrische Zündung ersetzt.

Eine andere Anordnung zeigt die Maschine von Benz.

Die Arbeitsweise derselben weicht von jener der vorstehend erwähnten Maschinen insofern ab, als einerseits das Austreiben der Verbrennungsprodukte durch reine Luft, somit nicht durch die Ladung selbst erfolgt, andererseits die Expansion bis an das Ende des Hubes getrieben, also vollkommen ausgenützt wird. Diese Vorteile werden allerdings durch eine kompliziertere Konstruktion erkauft.

Der Arbeitscylinder ist wie bei der Robsonmaschine vorn geschlossen, doch dient die vordere Cylinderseite nur als Kompressionspumpe für die Luft, welche zugleich ein elastisches Kissen während der Explosion bildet und den Kolben kühlt. Das Gas wird durch eine eigene, an der Längsseite des Cylinders angebrachte, vom Kreuzkopfe betätigte Plungerpumpe verdichtet. Gas und Luft werden getrennt dem Cylinder zugeführt.

Die Wirkungsweise der Maschine ist nun folgende: Unter dem Einflusse der Explosion und der darauffolgenden Expansion verrichtet der Kolben seinen Arbeitshub. Im Momente des Hubwechsels wird das Auslaßventil geöffnet und ein Teil der Verbrennungsprodukte entweicht; fast unmittelbar darauf öffnet sich das Lufteinlaßventil; die einströmende verdichtete Luft treibt das Verbrennungsprodukt vollständig aus dem Cylinder. Ungefähr in der Mitte des Hubes schließen sich beide Ventile, während sich das Gasventil einen Moment öffnet, eine bestimmte regulierbare Gasmenge einströmen läßt und sich hierauf wieder schließt; der Kolben ist inzwischen in seiner Totlage angekommen, worauf Zündung und Explosion erfolgt und das Spiel von neuem beginnt*).

Der Gasverbrauch der Benzmaschine ist nahezu ebenso günstig wie jener der gewöhnlichen Viertaktmaschine; sie arbeitet gleichmäßig, ruhig und nahezu geräuschlos.

Die Gleichmäßigkeit des Ganges wird bei Zwillingmaschinen wesentlich größer; die Maschinen werden unter 180° gekuppelt, so daß bei jeder halben Umdrehung eine Explosion erfolgt. Jeder Cylinder ist unabhängig von dem anderen gesteuert; zur Steuerung dient eine zwischen beiden Arbeitscylindern liegende, durch Schraubenräder mit der Übersetzung 1:1

*) Abbildungen und Beschreibung dieser, sowie der folgenden Zweitaktmaschinen siehe: Ihering, *Die Gasmaschinen*, Leipzig 1901, S. 312—333, sowie Schöttler, *Die Gasmachine*, Braunschweig 1902.

von der Kurbelwelle angetriebene Zwischenwelle. Jeder Cylinder wird durch eine eigene Gaspumpe bedient, während die vorderen (kurbelseitigen) Arbeitscylinderseiten die Luftpumpen bilden.

Der Benzmotor hat in Deutschland und Frankreich eine ziemlich bedeutende Verbreitung, auch für kleine Leistungen von wenigen Pferdekraften, gefunden.

Zu den neueren Zweitaktmaschinen gehören außer der vorstehend besprochenen Benzmaschine die Gasmotoren von Ravel, Güldner, Söhnlein, Borsig u. a., sowie die doppeltwirkende Zweitaktmaschine von Körting.

Während die Maschine von Ravel bis auf unwesentliche Abweichungen in der Detailausführung genau so angeordnet ist, wie die Maschine von Robson, dient bei den Maschinen von Güldner und Söhnlein die hermetisch nach außen abgeschlossene Kurbelkammer, in welche der kurbelseitig offene Arbeitscylinder mündet, als Luftpumpencylinder.

Die doppeltwirkende Zweitaktmaschine von Körting wird von der Firma Gebr. Körting in Körtingsdorf bei Hannover nur für Großleistungen gebaut; sie bildet einen sehr beachtenswerten Fortschritt auf dem im Laufe der letzten Jahre besonders kultivierten Gebiete der Großgasmaschine als Ersatz der Dampfmaschine, behufs Ausnützung der Hohofen- und Generatorgase, da sie sowohl hinsichtlich des Raumbedarfes als auch der Gleichförmigkeit der Leistung und Gleichmäßigkeit des Ganges hinter jener in keiner Weise zurücksteht.

Die Maschine besteht, wie aus den Zeichnungen Fig. 271 und 272 (S. 680 und 681) ersichtlich, aus einem beiderseitig geschlossenen, verhältnismäßig langen Cylinder, in dessen Innerem sich ein Kolben befindet, der im Vergleiche mit den gebräuchlichen Dampfmaschinenkolben bedeutend länger und mit einer doppelten Garnitur Dichtungsringen gebaut ist. Der Cylinder besitzt in der Mitte sogenannte Auslaßschlitze, durch welche die verbrannten Gase ausströmen und die durch den Kolben selbst in den beiden Totpunktlagen einmal nach der vorderen und einmal nach der hinteren Seite des Cylinders hin geöffnet werden, während das frische Gemisch an den Cylinderenden eingeführt wird. Zu diesem Zwecke sind die beiden aus den Figuren ersichtlichen doppeltwirkenden Pumpen, eine für Gas, die andere für Luft, deren Kolben auf gemeinschaftlicher Stange aufgefädelt sind, angebracht. Die stirnseitige Antriebskurbel derselben ist unter einem Winkel etwas größer als 90° , der Hauptkurbel voreilend, gegen diese versetzt. Die Steuerorgane des Arbeitscylinders werden von einer zur Cylinderachse parallel laufenden Steuerwelle aus betätigt, während die Bewegung der Steuerorgane der Pumpen teils von der Kolbenstange derselben, teils

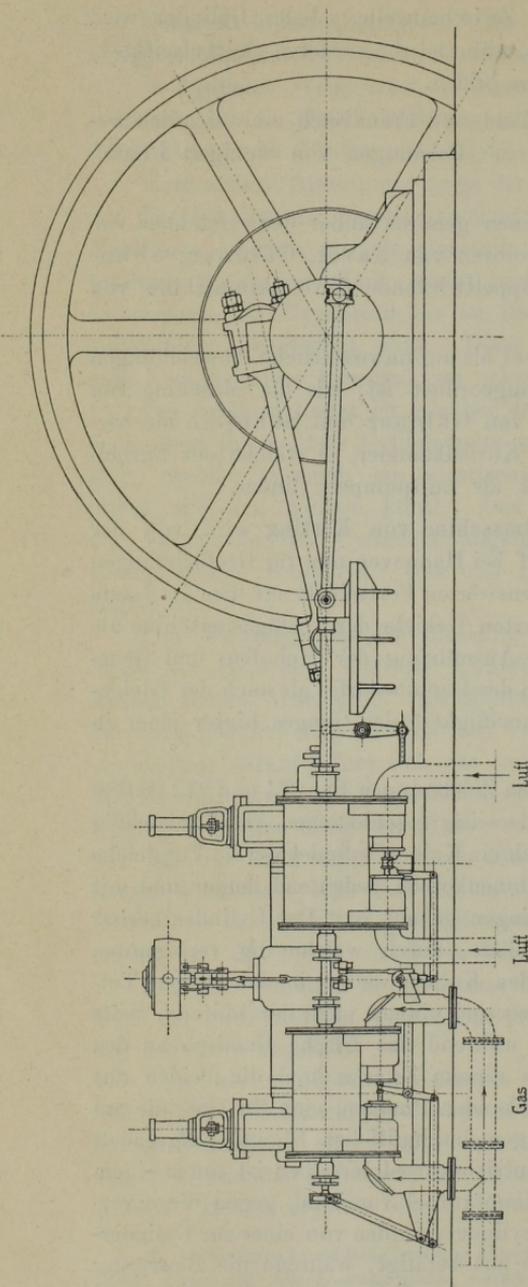


Fig. 271.

von einem Excenter abgeleitet wird. Zur Regulierung dient ein stehender Zentrifugalpendelregler.

Die Regelung erfolgt in der Weise, daß durch die als sogenannte Präzisionssteuerung ausgeführte Steuerung die Menge des eintretenden Gasgemisches dem Kraftbedarfe entsprechend geändert wird.

Cylinder und Kolben sind durch umlaufendes Wasser gekühlt. Durch die Kolbenkühlung hat man es in der Hand, der sonst unkontrollierbaren und daher gefährlichen Ausdehnung des Kolbens wirksam entgegenzutreten zu können, indem man den Kolben stets etwas kühler hält als den Cylinder.

Die Arbeitsweise der Maschine ist nun folgende: Steht der Kolben wie in Fig. 272 gezeichnet in seiner Totlage, dann sind die Auslaßschlitze nach der einen Seite des Cylinders geöffnet. Schon zu Beginn der Freilegung der Schlitze sinkt die Spannung der im Cylinder befindlichen Verbrennungsprodukte bis auf den Atmosphärendruck; sobald dieser Druckausgleich eintritt, öffnet sich das Einlaßventil und die neue Ladung wird durch die beiden Pumpen in den Arbeitscylinder gefördert und zwar zufolge der Einrichtung der Pumpensteuerung

derart, daß zunächst Luft
mischt eintritt. Die Ein-
struiert, daß einerseits die
nungsprodukten, ander-
nachfolgenden Brennge-

allein und dann Gas mit Luft ge-
trittsorgane sind andererseits so
Mischung der Luft mit den Verbren-
seits die Mischung derselben mit dem
misch vermieden und ein direkter Ver-

lust der explosiblen La-
dung durch die Ausström-
schlitze verhindert wird.

Kurz nachdem die
Schlitze durch den rück-
laufenden Kolben wieder
geschlossen sind, haben die
beiden Pumpenkolben ihre Tot-
lage erreicht, die weitere För-
derung des Gemisches hört auf
und es erfolgt die Verdichtung
der Ladung im Cylinder in be-
kannter Weise, bis im Totpunkte
die Zündung eintritt. Mit Ende
des darauffolgenden Arbeits-
hubes werden die Auslaßschlitze
wieder eröffnet und die ver-
brannte Ladung bläst durch die-
selben ab und das Spiel beginnt
von neuem. Der gleiche Vor-
gang findet auf der anderen
Kolbenseite statt.

Eine 400 PS-Maschine die-
ser Art, welche längere Zeit hin-

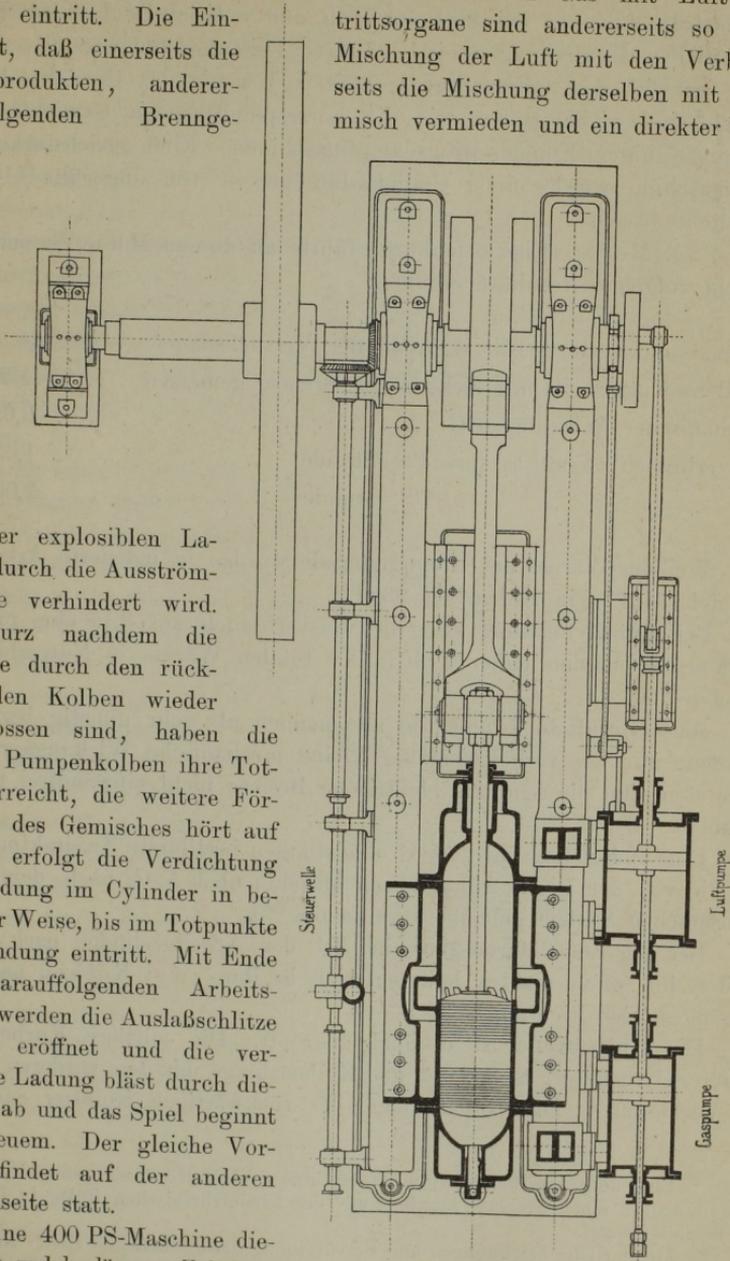


Fig. 272.

durch in der Fabrik von Gebr. Körting in Betrieb stand, hatte 550 mm Cylinderdurchmesser bei 960 mm Hub und entwickelte bei 100 bis 110 minutlichen Umdrehungen eine effektive Leistung von 360 bis 410 PS. Das Gewicht des Schwungrades (8000 kg) sowie das Gewicht der Maschine sind nicht größer wie die korrespondierenden Gewichte gleich leistungsfähiger Kondensationsdampfmaschinen. Eine gleichstarke Viertaktmaschine würde einen Cylinderdurchmesser von ungefähr 1100 mm erhalten müssen.

Prof. Meyer (Charlottenburg) führte an diesem Motor Versuche aus, welche folgende Resultate ergaben:

Mittlere indizierte Arbeit während der Versuchsdauer	544	PS
Mittlere Nutzarbeit, mit elektrischer Bremse gemessen	341,5	„
Mechanischer Wirkungsgrad	0,628	
Gasverbrauch (Kraftgas) pro PS _i -Stunde	1,635	cbm
„ „ „ PS _e -Stunde	2,60	„

Von der Wärme des Brennmaterials wurden in indizierte Arbeit verwandelt 37,9%, in Nutzarbeit 23,8%.

Bei halber Leistung stieg der Gasverbrauch auf 3,15 cbm pro PS_e-Stunde; es wurden daher 17,5% der totalen Wärme in Nutzarbeit umgesetzt.

Diese Resultate können im allgemeinen als sehr günstig bezeichnet werden, nur der verhältnismäßig kleine mechanische Wirkungsgrad läßt vermuten, daß die benützte elektrische Bremse nicht einwandfrei funktioniert*).

Eine andere bekannte, für Großleistungen bestimmte Zweitaktmaschine ist die von der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-A.-G. nach dem Öchelhäuserschen System gebaute Gasmaschine**).

Bei der Öchelhäuser-Maschine ist der Arbeitscylinder nach beiden Seiten hin offen und es bewegen sich in ihm zwei Kolben nach entgegengesetzter Richtung.

Die Kurbelwelle ist dreimal gekröpft. Die mittlere Kurbel steht durch Schubstange, Kreuzkopf und Kolbenstange mit dem vorderen Kolben in Verbindung. Die Kolbenstange des rückwärtigen Kolbens endigt in

*) Eine doppeltwirkende Zweitaktmaschine System Körting wurde in direkter Kupplung mit einem Gebläse kürzlich auf der Niederrheinischen Hütte in Duisburg in Betrieb gesetzt.

**) Ausführliche Zeichnungen und Beschreibung dieser Maschine siehe: *Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure*, 1900, S. 299 und Taf. III.

einem Querstücke, das sich hinter dem Cylinder befindet; von diesem wird durch Vermittlung von je zwei zu beiden Seiten des Cylinders nach vorn führenden Verbindungsstangen, Kreuzköpfen und Schubstangen Kraft und Bewegung auf die beiden seitlichen Kröpfungen bezw. von diesen während des Verdichtungshubes auf den Kolben übertragen. Die Kurbeln des vorderen und hinteren Kolbens sind unter 180° versetzt, sodaß die beiden Kolben gleichzeitig entweder in ihrer äußeren oder inneren Totlage stehen. Im letzteren Falle liegt zwischen denselben der Verdichtungs- als Laderaum; im ersteren Falle das volle Hubvolumen vermehrt um den Laderaum.

Unter Hinweis auf die in der Fußnote angeführten ausführlichen Zeichnungen dieser Maschine möge hier die Beschreibung der allgemeinen Anordnung und Wirkungsweise derselben genügen.

Stehen also die beiden Kolben in der inneren Totlage, dann lassen sie zwischen sich den Kompressionsraum frei, die Verdichtung ist somit vollendet.

Durch einen elektrischen Funken, mittels Akkumulatorenbatterie und Ruhmkorffschen Induktor erzeugt, wird die Ladung entzündet und die Kolben, Arbeit verrichtend, nach außen getrieben. Sind dieselben nahezu am Ende des Hubes angelangt, dann legt der vordere Kolben Ausströmschlitze frei, die am Umfange des Cylinders angebracht sind, durch welche die Verbrennungsprodukte entweichen können, während der rückwärtige Kolben gleichzeitig Schlitze freilegt, die mit dem Spülluftbehälter in Verbindung stehen. Dieser Behälter wurde vorher mit einer bestimmten Menge schwach komprimierter Luft gefüllt; da die Oechelhäusermaschine namentlich für den Betrieb durch Hohofengase bestimmt ist, so entnimmt der Spülluftbehälter aus der Hohofenwindleitung eine genau abgemessene Menge Gebläseluft, die gewöhnlich unter einem Überdruck von etwa 0,7 Atmosphären steht. Diese Luftmenge strömt nun durch die gleichmäßig am Umfange des Cylinders verteilten Schlitze in den Cylinder und treibt die in demselben noch befindlichen Verbrennungsprodukte vor sich her und durch die Auspuffschlitze hinaus.

Während sich dieser Ausström-Ausspülprozeß vollzieht, bewegt sich die Maschine weiter und der rückwärtige Kolben legt, indem er sich seiner Totlage nähert, weitere, hinter den Spülluftschlitzen befindliche Schlitze frei, welche zum Einströmen der frischen Ladung dienen. Die auf etwa $\frac{1}{3}$ Atmosphäre verdichtete Ladung strömt in den Cylinder und demselben entlang bis zu den Ausströmschlitzen. Sämtliche Schlitze müssen nun beim Rückgange des Kolbens wieder geschlossen werden, damit frische Ladung nicht durch die Ausströmschlitze verloren gehen kann. Sobald die Schlitze geschlossen sind, beginnt die Kompression, die somit bei jeder Umdrehung der Maschine einmal erfolgt.

Zur Bildung des Ladungsgemisches dient eine rückwärts an die Maschine angehängte Pumpe; dieselbe ist doppelwirkend und wird durch Drehschieber gesteuert. Gas und Luft werden durch eine Mischvorrichtung angesaugt.

Die beiden Kolben der Maschine bilden zugleich die Steuerorgane für die verschiedenen Ein- und Auslaßschlitze; es sind daher eigene Organe als Ventile, Schieber etc. am Arbeitszylinder überhaupt nicht vorhanden.

Die Regelung des Ganges der Maschine erfolgt dadurch, daß bei zunehmender Geschwindigkeit ein Teil des von der Gemengepumpe angesaugten Gemisches aus der Druckleitung in die Saugleitung zurückbefördert wird. Zu diesem Zwecke befindet sich in der Druckleitung ein vom Regulator betätigtes Reglerventil, welches mehr oder weniger geöffnet wird und das überschüssige Gemenge in die Saugleitung zurücktreten läßt.

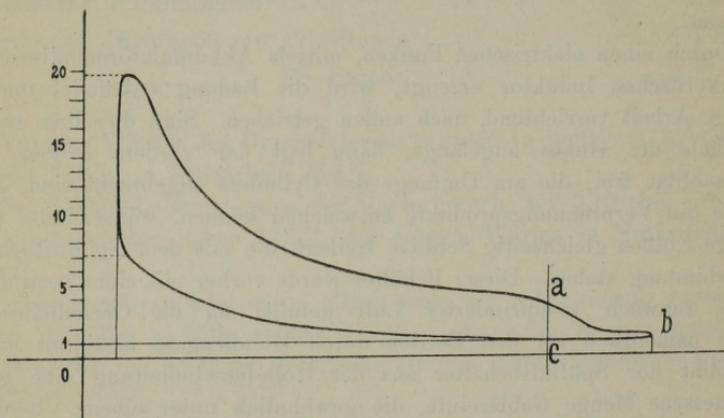


Fig. 273.

Eine 600 PS gekuppelte Maschine dieser Bauart (*Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure* 1900, Taf. III) wurde vom Hoerder Bergwerks- und Hüttenverein in Hoerde zum Betrieb einer Wechselstrommaschine aufgestellt. Der Cylinderdurchmesser beträgt 480 mm, der Kolbenhub 800 mm, die normale Umlaufzahl 135 pro Minute. Ein Cylinder leistet 300 PS_e. Die beiden Maschinen sind unter 180° gekuppelt, zwischen beiden liegt das als Dynamoanker dienende Schwungrad.

Die Verdichtungsendspannung beträgt 8,5 kg/qcm absolut, die höchste Explosionsspannung ungefähr 25 kg/qcm.

Der Gasverbrauch (Gichtgas) wird von dem Hoerder Verein bei voller Belastung der Maschine mit 3,5 cbm pro PS_e-Stunde, bei einem Heizwerte des Gases von 900 bis 1000 W.E. pro cbm angegeben.

Aus dem beistehenden Diagramme Fig. 273 sind die Spannungsverhältnisse im Innern des Cylinders genau zu ersehen. Man erkennt, daß die Verdichtung, Explosion und Expansion genau so erfolgt, wie in der Viertaktmaschine. Das Auspuffen geht im letzten Achtel des Expansionshubes und das Einbringen frischen Gemenges im ersten Achtel des Verdichtungs-hubes vor sich. Im Punkte *a* beginnt das Ausströmen und im Punkte *c* die Verdichtung; die Spitze *abc* des Diagrammes weicht daher in dieser Beziehung von dem Diagramme einer Viertaktmaschine ab*).

226. Großgasmaschinen. Gute Leuchtgasmaschinen geben 25 bis 33 Prozent der im Leuchtgas enthaltenen Wärme, die besten Großdampfmaschinen hingegen höchstens 16 Prozent, zumeist jedoch nicht mehr als 12 bis 14 Prozent der in der Kohle enthaltenen Wärme als indizierte Arbeit ab; es ist daher längst außer Zweifel, daß die Gasmaschine der Dampfmaschine in thermischer Beziehung weit überlegen ist. In wirtschaftlicher Hinsicht wird jedoch die Leuchtgasmaschine trotzdem von der Dampfmaschine übertroffen, da dieselbe Wärmemenge aus Leuchtgas erzeugt viel teurer ist, als wenn sie durch Verbrennung von Kohle gewonnen wird.

Wesentlich günstiger stellen sich die Verhältnisse für die Gasmaschinen bei Verwendung von sogenanntem **Generatorkraftgas** oder **Mischgas**. Allein durch die Erzeugung desselben gehen immerhin noch 20 bis 30 Prozent der Wärme des Brennstoffes im Generator verloren.

Die große thermische Überlegenheit der Gasmaschine kommt jedoch voll und ganz auch in wirtschaftlicher Beziehung dann zur Geltung, wenn sowohl der Dampfkessel als auch die Gasmaschine durch ein und denselben Brennstoff gespeist werden können. Einen solchen Brennstoff bilden die Gichtgase, wie sie beim Hohofenbetrieb erhalten werden.

Eine größere Bedeutung gewann die Frage großer Gasmaschinen erst, als das Kraftgas zum Betriebe von Gasmotoren verwendet wurde; das war in Deutschland etwa vom Jahre 1886 ab. Es zeigte sich sofort, daß der Kohlenverbrauch von Kraftgasanlagen geringer sei als jener gleichleistungsfähiger Dampfmaschinenanlagen. Trotzdem machte die Entwicklung der Großgasmaschine sehr langsame Fortschritte, da es für jede neue Maschinengröße, wenn auch keine grundsätzlichen Schwierigkeiten zu überwinden waren, erst vieler neuer Erfahrungen bedurfte. Dazu kam noch der Umstand, daß eine eigentliche Nachfrage nach größeren Maschinen

*) Eine ausführliche Besprechung der Einzelheiten dieser Maschine und der mit derselben erzielten Betriebsergebnisse siehe: *Zeitschrift des Vereins deutscher Ing.*, 1900, S. 1517.