

rückgriffen und daher auch keine dauernden Erfolge zu erzielen vermochten. In diese Gruppe gehören die zu jener Zeit in weiteren Kreisen bekannt gewordenen, nur für minimale Leistungen bestimmten Gasmaschinen von Bisshop, mit stehendem Cylinder und seitlich neben demselben gelagerter Kurbelwelle; die direkt rotierende Kolbenmaschine von Ravel, sowie eine zweite Anordnung derselben mit oszillierendem Arbeitscylinder; die Gasmaschine von Bénier und Lamart, bei welcher die Bewegungsübertragung von dem einseitig wirkenden Kolben auf eine über dem Cylinder liegende Kurbelwelle durch Hebel erfolgte, u. a. Diese Konstruktionen bieten derzeit so wenig Interesse, daß auf eine Besprechung derselben um so weniger eingegangen werden soll, als Zeichnung und Beschreibung dieser Maschinen in der vorhin angeführten Litteratur über Gasmaschinen bezw. Kleinmotoren zu finden sind.

Wenn man die mit der Erfindung Lenoirs beginnende Periode der Entwicklungsgeschichte der Gasmaschine als ersten Zeitabschnitt (1860 bis 1867), die durch die Erfindung der atmosphärischen Gaskraftmaschine von Langen und Otto hervorgerufene Umwälzung im Baue der Gasmaschine als zweiten Zeitabschnitt (1867 bis 1878) der Geschichte unserer heutigen Gasmaschine betrachtet, dann bildet die Zeit vom Jahre 1878 bis zum heutigen Tage die dritte und letzte Periode.

219. Die Viertaktmaschine. Im Jahre 1878 brachte die Pariser Weltausstellung einen geräuschlos und dabei sehr ökonomisch arbeitenden Gasmotor der Deutzer Gasmotorenfabrik vorm. Langen & Otto, welcher zur Ehrung des Erfinders „Ottos geräuschloser Motor“ genannt wurde; diese Maschine war und blieb bis zum heutigen Tage der Ausgangspunkt einer neuen, für den Ausbau und die zielbewußte Entwicklung der Gasmaschine hochwichtigen Zeitperiode.

Mit kühnem Griffe verwarf die Deutzer Firma die Ergebnisse der durch ihre atmosphärische Gaskraftmaschine hervorgerufenen Umwälzung und ging wieder auf das Arbeitsprinzip der direktwirkenden Maschine zurück.

Die großartigen Erfolge, welche mit Ottos Motor erzielt wurden, waren nur durch gänzliche Beseitigung der Übelstände der älteren direktwirkenden Maschinen möglich.

Diese Übelstände in genialer Weise gründlich beseitigt und Neuerungen eingeführt zu haben, welche der Maschine bei ruhigem und nahezu geräuschlosem Gange volle Überlegenheit über alle übrigen Gasmotoren sicherten, war das große Verdienst Ottos, wengleich zugegeben werden muß, daß die drei Grundgedanken, auf welchen das Wesen der Viertaktmaschine beruht, nicht zum erstenmale von Otto ausgesprochen wurden,

indem bereits Barnett (1838) die Grundprinzipien des Otto-Motors, vielleicht auch ohne deren Wert wirklich erkannt zu haben, zur Anwendung brachte; der Münchener Uhrmacher Reithmann soll, wie bereits früher erwähnt, die Verdichtung der Ladung 1858 angewendet haben; das gleiche Prioritätsrecht wurde auch von den Franzosen Million (1861) und Beau de Rochas (1862) beansprucht; auch C. W. Siemens schlug 1862 die Kompression der Ladung vor ihrer Entzündung vor; ebenso trat Prof. Gustav Schmidt 1861 in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure für die Kompression durch die Bemerkung ein: Das erzielbare Resultat würde viel günstiger sein, wenn durch eine von der Maschine betriebene Pumpe Luft und Gas vor Eintritt in den Cylinder komprimiert würde.

Die Vorteile der Verdichtung der Ladung vor ihrer Entzündung zur Erreichung einer viel größeren Expansion scheinen zum erstenmale von Beau de Rochas klar erkannt und in seinem französischen Patente vom Jahre 1862 niedergelegt worden zu sein. In diesem Patente wurde ausdrücklich bemerkt, daß die Verdichtung so weit als möglich getrieben werden soll, ohne jedoch an die Grenze der Selbstentzündung infolge der Temperatursteigerung zu gelangen. Rochas erwähnte ferner einer Anordnung, um die Ladung auch ohne Hilfe einer eigenen Pumpe verdichten zu können und stellte als Arbeitsweise einer solchen Maschine die nachstehenden vier Operationen auf, welche sich zu einer Seite des Arbeitskolbens während vier Hüben bezw. zwei Umdrehungen derselben abspielen sollen:

- 1) Einsaugen der Ladung aus Gas und Luft während des Aushubes der Maschine.
- 2) Verdichtung derselben während des Kolbenrücklaufes in den verhältnismäßig großen schädlichen Raum.
- 3) Entzündung im Totpunkt und darauffolgende Expansion während des dritten Hubes.
- 4) Ausstoßen der Verbrennungsprodukte während des vierten und letzten Hubes.

Dies war somit die erste Darstellung des Viertaktarbeitsprozesses, welcher die Grundlage fast aller Gasmaschinen heutigen Tages bildet.

Beau de Rochas bezeichnete in seiner Patentschrift außer der Verdichtung der Ladung hohe Kolbengeschwindigkeit und kleine Cylinderoberflächen als weitere Bedingungen zur Erreichung hoher Betriebsökonomie. So außerordentlich schätzenswert diese Anregungen auch waren, so blieben sie dennoch lange Zeit hindurch unproduktiv; es fehlte außer der richtigen Erfassung ihrer Bedeutung vor allem an der Fähigkeit jener Zeit, mit Überwindung der sich ergebenden praktischen Schwierigkeiten diese Anregungen vereint zur Ausführung zu bringen. Erst im Jahre 1876 ge-

lang es Dr. Otto, welcher von den längst vergessenen und überhaupt wenig bekannt gewordenen Patentschriften Barnetts, Millions, de Rochas etc. Kenntnis erlangt haben dürfte, den Viertaktprozeß wieder zu erfinden und die von so außerordentlichem Erfolge begleitete Maschine, in welcher dieser Prozeß zur Ausführung gelangte, in die Praxis einzuführen.

Ottos geräuschloser Motor (von dem Erfinder so genannt, zum Unterschiede von der lärmenden Vorgängerin desselben, der atmosphärischen Gaskraftmaschine von Otto und Langen) war nicht nur die erste Gasmaschine, welche in kürzester Zeit zu so außerordentlicher Bedeutung und Verbreitung gelangte, sondern unbestritten eine der genialsten und erfolgreichsten Erfindungen auf dem Gebiete des gesamten Maschinenwesens der Gegenwart. Ottos Motor war und ist auch heute noch das Vorbild aller seit dem Erlöschen des Ottoschen Originalpatentes entstandenen, zum Teil sehr sinnreichen Konstruktionen; in seiner klassischen Einfachheit und vorzüglichen Wirkungsweise wurde er auch bis auf den heutigen Tag noch von keiner derselben wesentlich übertroffen.

Die Maschine besteht der Hauptsache nach aus einem vorn offenen, einfachwirkenden, rückwärts geschlossenen und zum Lade- oder Verdichtungsraum verlängerten Cylinder, in welchem sich ein Plungerkolben bewegt, der einerseits die Ladung der Maschine besorgt, andererseits Kraft und Bewegung und zwar zumeist ohne eigene Geradführung, also direkt mittels Pleuelstange auf die Kurbel überträgt. Das Volumen des Laderaumes hängt von der zu erreichenden Kompressionsendspannung ab; bei den älteren Maschinen war dasselbe gewöhnlich größer als das halbe Hubvolumen; die heutige Gasmaschine arbeitet jedoch mit wesentlich höherer Verdichtungsspannung, daher kleinerem Volumen des Laderaumes. Die Kompressionsendspannung hängt von der Art der Arbeitsflüssigkeit bzw. von der Entzündungstemperatur der explosiblen Ladung ab, ist daher, um vorzeitige Selbstzündung zu vermeiden, verschieden, je nachdem Leuchtgas, Kraftgas oder Gichtgas bzw. flüssige Brennstoffe verwendet werden oder wie beim Dieselmotor, nur reine atmosphärische Luft komprimiert wird.

Während des ersten Hubes (aus der rückwärtigen Totlage des Kolbens gerechnet) wird das Gemenge aus Gas und Luft in den Cylinder gesaugt, um während des darauffolgenden Rücklaufes auf das Volumen des Laderaumes verdichtet zu werden. Sobald der Kolben seine Totlage erreicht, erfolgt die Zündung. Der dritte Hub vollzieht sich unter der Pressung der expandierenden Verbrennungsprodukte und ist der einzige Arbeitshub einer Arbeitsperiode. Während des zweiten Kolbenrücklaufes werden die Verbrennungsprodukte in die Atmosphäre ausgestoßen, mit Ausnahme der im Laderaume verbleibenden Rückstände, welche, falls sie nicht durch

eigene Vorrichtungen ausgetrieben werden, die darauffolgende frische Ladung, sich mit derselben mischend, verdünnen, um sodann an dem weiteren Arbeitsprozesse teilzunehmen.

Die Arbeitscylinder müssen, um übermäßiger Erhitzung derselben mit Rücksicht auf die Möglichkeit guter Schmierung vorzubeugen, entsprechend kühl erhalten werden; sie sind daher durchgehend mit Kühlmänteln umgeben, durch deren den Arbeitscylinder einhüllenden Hohlraum beständig Wasser zirkuliert, welches eine Abflußtemperatur von im Mittel 70° C besitzen soll; zumeist bleibt die Temperatur desselben jedoch merklich darunter. Da durch die Kühlung, welche als ein großer Übelstand mit in den Kauf genommen werden muß, ein guter Teil der bei der Verbrennung entwickelten Wärme (ungefähr 40 bis 50% derselben) für die Leistung der Maschine verloren geht, daher den Wirkungsgrad entsprechend vermindert, so soll die Abühlung nur so weit getrieben werden, als unbedingt erforderlich ist; eine wesentlich geringere Temperatur des abfließenden Kühlwassers ist somit erfahrungsgemäß direkt schädlich; andererseits wäre eine wesentlich höhere Temperatur gleichfalls von nachteiligem Einflusse begleitet, weil die Gefahr einer Zersetzung des Schmieröles und als Folge dessen mangelhafte Schmierung hierdurch nahegerückt würde. Die Wasserkühlung kann entweder durch Anschluß an eine vorhandene Wasserleitung oder durch Zirkulation des Wassers in Kühlgefäßen erfolgen.

Die steuernden Organe (Einlaß- bzw. Mischventil und Auslaßventil), am Boden des Cylinders angeordnet, werden am zweckmäßigsten durch eine parallel mit der Cylinderachse mit der halben Tourenzahl der Maschine laufende, von der Maschinenwelle meist durch Schraubenräder mit der Übersetzung 2:1 angetriebenen Steuerwelle betätigt. Es gibt aber auch Maschinen, bei welchen die Steuerwelle parallel zur Maschinenwelle liegt; der Antrieb erfolgt durch Stirnräder.

220. Die Zündung. Bei den älteren Viertaktmaschinen erfolgte die Zündung der verdichteten Ladung unter Vermittlung eines Schiebers durch eine außerhalb brennende Gasflamme. Um zu verhindern, daß die Gase im Momente der Zündung bzw. der Explosion durch den Schieber hinausschlügen, war der Schieber so eingerichtet, daß in einer kleinen Höhlung desselben zunächst eine Interimsflamme gebildet wurde, welche sodann, gegen die Atmosphäre abgeschlossen, durch einen Kanal mit dem Inneren des Cylinders in Verbindung gebracht, in diesen hineinschlug und die Ladung entzündete.

Diese ältere Flammenzündung ist mit der Schiebersteuerung, welche ein Hindernis für die Anwendung höherer Kompression bildete, gefallen;