

zur Anwendung der magnet- oder dynamoelektrischen Apparate geführt. Der Strom behält keine gleichmäßige Stärke, andererseits ist das Manipulieren mit den zur Füllung der Elemente dienenden Stoffen nicht ungefährlich. Die doppeltechromsauren Elemente reichen für etwa 150 Betriebsstunden aus und müssen daher rechtzeitig ausgewechselt werden.

Die von der Maschine bewegten magnet- oder dynamoelektrischen Apparate sind natürlich unabhängig von den Nachteilen galvanischer Batterien, sie sind jedoch viel teurer und komplizierter, da am Schwungrad eigene Drehvorrichtungen angebracht sein müssen, um beim Anlassen der Maschine auch sofort die für die Erzeugung des Stromes erforderliche Geschwindigkeit, ohne welche der Strom nicht stark genug, also das Anlassen nicht möglich ist, zu erlangen.

Die Zündung durch elektrische Funken ist einfach, jedoch sehr empfindlich, doch bietet sie den Vorteil, daß ihre Verwendung jede Feuergefahr ausschließt, daher dieselbe für jedes beliebige Gas anwendbar ist; aus diesem Grunde wird sie auch bei Benzinmaschinen fast ausschließlich benützt.

Die elektrische Zündung durch Elektromagneten und Dynamos verursacht weder während des Betriebes noch während des Stillstandes Unterhaltungskosten, jedoch bedeutend höhere Anschaffungskosten als die Zündung durch galvanische Batterien. Die Kosten der Erhaltung der Batterien stellen sich ziemlich gleich mit jenen der Zündflamme, doch erfordern sie eine viel aufmerksamere Wartung und daher mehr Bedienungsarbeit.

Außer den beiden besprochenen Zündungsmethoden — Glührohrzündung und elektrische Zündung — gibt es noch eine dritte Zündungsmethode durch bloße Verdichtung der Ladung, ohne irgend welche äußere Wärmezufuhr.

Diese Methode setzt eine so weitgehende Verdichtung der Ladung beziehungsweise der angesaugten Luft voraus, daß die Verdichtungs-entemperatur, um Versager zu vermeiden, entsprechend höher sein muß als die Entzündungstemperatur des verwendeten Brennstoffes. Diese Entzündungsmethode hat bisher bei den mit Gemischladungen arbeitenden Viertaktmotoren, der steten Gefahr eintretender Vorzündungen wegen, keine Anwendung gefunden. Das Arbeitsprinzip der an späterer Stelle eingehend besprochenen Dieselmachine, welche nur reine atmosphärische Luft saugt und komprimiert, beruht jedoch auf dieser Selbstzündungsmethode.

221. Die Steuerung. Die steuernden Organe haben allgemein den Zweck, die Maschine rechtzeitig zu füllen und zu entleeren; häufig dienen sie auch zur Regulierung der Geschwindigkeit derselben. Bei allen im Viertakt arbeitenden Maschinen treten die einzelnen Steuerorgane nur

während des ersten und letzten Hubes einer Arbeitsperiode (Saughub und Ausströmhübe) in Tätigkeit, bleiben daher während der beiden Zwischenhübe (Verdichtungshub und Arbeitshub) in Ruhe. Das moderne, fast ausnahmslos gebräuchliche Steuerorgan der Viertaktmaschine ist das Ventil. Bei den in neuester Zeit für Großleistungen in Ausführung gekommenen Zweitaktmaschinen wird der Arbeitskolben selbst als Steuerorgan benützt, um durch Freilegung im Arbeitcyylinder befindlicher Schlitze oder Ringkanäle u. dergl. den Ein- und Austritt der Ladung beziehungsweise der Abgase zu steuern und zu regeln. Statt des Arbeitskolbens werden auch eigene Kolbenschieber zur Steuerung benützt.

Bei den Viertaktmaschinen wird die Bewegung der Steuerorgane am zweckmäßigsten von einer Steuerwelle abgeleitet, welche halb so viel Umdrehungen macht als die Maschinenwelle. Der Antrieb der Steuerwelle erfolgt zumeist durch Schraubenräder, welche in Öl laufen; ihre Abnützung ist infolgedessen gering, ihr Gang nahezu geräuschlos. Bei guter Ausführung arbeitet der Rädertrieb sehr befriedigend; trotzdem sind wiederholt Versuche gemacht worden, ihn zu umgehen und die Bewegung der steuernden Organe entweder durch Excenter von der Maschinenwelle, oder durch geschlossene Kurvennuten von der Schwungradscheibe direkt abzuleiten. Es muß dahingestellt bleiben, ob derartige Einrichtungen, die der Abnützung doch mehr unterworfen sind, der Steuerwelle vorzuziehen sind.

Die Ventile sind fast durchgehends einfache Tellerventile mit konischem oder ebenem Sitz und zentraler Stangenführung. Entlastete oder Doppelsitzventile sind weniger beliebt, da es in Anbetracht der hohen Temperatur, welcher diese Ventile zum Teil unterworfen sind und der Verschmutzung derselben sehr schwierig ist, den gleichzeitigen guten Abschluß beider Ventilsitze herbeizuführen und zu erhalten.

Die Bewegung der Ventile ist entweder freiläufig, indem sie sich infolge der Saugwirkung der Maschine beim Einnehmen der Ladung unter dem äußeren Überdruck selbsttätig öffnen, um sich im Momente des Hubwechsels unter dem Einflusse einer Feder rasch zu schließen, oder die Anhubbewegung derselben ist eine erzwungene, bedingt durch den rechtzeitigen Eingriff der von der Maschine zwangsläufig bewegten Steuerung.

Eine vollständige Ventilsteuerung besteht immer, außer den von Hand aus bedienten Absperrventilen für Gas und Luft, aus drei Ventilen: einem Einlaßventil für das Ladungsgemisch, einem Austrittsventile und einem eigenen Gasventile, welches die Gasleitung gegen die Luftleitung abschließt, um den Austritt des Gases in diese zu verhindern während der Dauer der dem Saughube folgenden drei Kolbenhübe.

Das Auslaßventil, welches nach vollendetem Arbeitshube noch unter dem im Cylinder herrschenden Überdrucke steht, muß bei allen Maschinen

gesteuert sein, d. h. es wird durch den Eingriff der Steuerung kurz vor Hubwechsel von seinem Sitze abgehoben und zu Ende des Ausströmhubes durch eine Feder rasch geschlossen; diese Feder muß so stark sein, daß sich das Ventil während der Saugperiode nicht lüftet. Der Abschluß muß vollkommen dicht sein, damit während der Kompressionsperiode nicht Ladungsgemisch in die Ausströmleitung entweichen kann. Die Möglichkeit einer Undichtheit ist bei dem Auslaßventil in weit höherem Maße vorhanden als bei dem Einlaßventil, da es mitten in der Strömung sehr heißer, die Maschine mit hoher Temperatur (durchschnittlich 400°C) verlassender Verbrennungsprodukte liegt, daher der Verunreinigung wie kein anderer Teil der Maschine ausgesetzt ist. Aus diesem Grunde muß das Ventil sehr leicht zugänglich sein, um ein öfteres Reinigen etc. rasch vornehmen zu können.

Fig. 250 zeigt eine gebräuchliche Anordnung des Auslaßventiles einer liegenden Maschine. Die Bewegungsübertragung von der Steuerwelle erfolgt durch Kammscheiben und Rollenhebel mit unveränderlichem Hub.

Nachdem sich die Maschine schwer dreht, wenn man die Verdich-

tungsspannung zu überwinden hat, ist auf der Muffe außer dem Kamm, der zur normalen Steuerung des Auslaßventiles dient, noch ein zweiter kleinerer unter 180° verstellter Kamm angebracht, welcher für gewöhnlich nicht auf den Hebel beziehungsweise das Ventil einwirkt. Beim Anlassen der Maschine wird nun die Rolle des Hebels von Hand aus verschoben, sodaß beide Kämme auf ihr spielen und das Ventil zweimal in jedem Spiele gehoben wird, und zwar während des Austrittes und während der Verdichtung. Sobald die Maschine in Gang gekommen, wird die Rolle wieder in ihre normale Betriebsstellung gebracht.

Seltener findet man das Auslaßventil am Rücken des Cylinders; die Anordnung am Bauche desselben wird der schlechteren Zugänglichkeit wegen nur ausnahmsweise oder bei großen Maschinen gewählt.

Fast jede Motorenfabrik baut ihre Maschinen nach ihren eigenen Normalien; auf diese vielartigen Detailanordnungen der Steuer- und

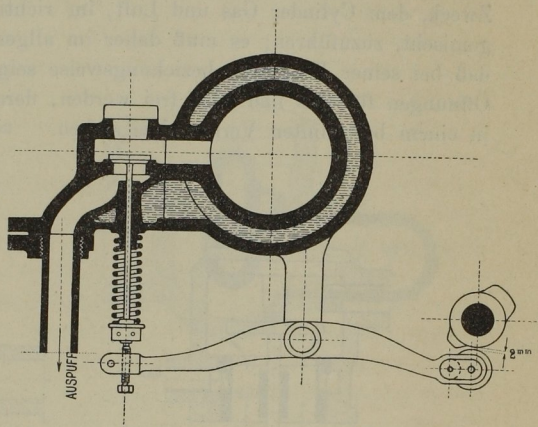


Fig. 250.

Regulierorgane liegender und stehender Maschinen kann hier um so weniger eingegangen werden, als das vorliegende Buch nicht den Zweck eines Konstruktionswerkes verfolgt, sondern den Leser lediglich nur in das Wesen des Baues und der Wirkungsweise der heute als gut anerkannten Wärmekraftmaschinen einführen soll. Übrigens ist das Gebiet der heute bestehenden verschiedenartigen Gasmaschinenkonstruktionen so umfangreich, daß selbst Spezialwerke*) nicht in der Lage sind, auf alle Einzelheiten eingehen zu können und sich daher nur auf Besprechung einzelner Konstruktionen beschränken müssen.

Das Einlaßventil für das Ladungsgemisch, auch Mischventil genannt, wird entweder selbsttätig oder gesteuert ausgeführt und hat den Zweck, dem Cylinder Gas und Luft, im richtigen Verhältnisse und innig gemischt, zuzuführen; es muß daher im allgemeinen so eingerichtet sein, daß bei seiner Eröffnung beziehungsweise seinem Abhabe vom Ventilsitze Öffnungen für Gas und Luft frei werden, deren Querschnitte zu einander in einem bestimmten Verhältnisse stehen.

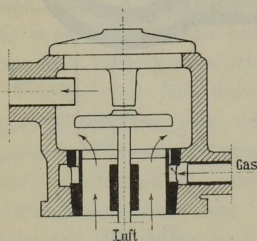


Fig. 251.

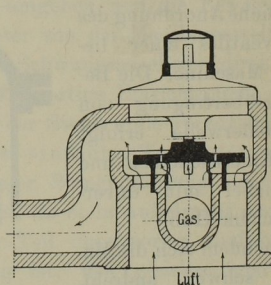


Fig. 252.

Das normale Mischungsverhältnis von Leuchtgas und Luft ist 1 : 8 bis 1 : 10; bei Bestimmung des Verhältnisses der summarischen Öffnungsquerschnitte muß jedoch auf das geringere spezifische Gewicht des Gases, auf dessen Druck und Quantität Rücksicht genommen werden und lassen sich daher keine allgemein gültigen Regeln aufstellen. Für Steinkohlenleuchtgas wird das Verhältnis der Öffnungsquerschnitte gewöhnlich zwischen 1 : 12 und 1 : 16 angenommen werden können; für Kraft- und Gichtgas ist das Verhältnis selbstverständlich, dem geringeren Heizwerte

*) Schöttler, *Die Gasmaschine*, 4. Aufl., Braunschweig 1902. Ihering, *Die Gasmaschine*, 2. Aufl., Leipzig 1901. Knoke, *Die Kraftmaschinen des Kleingewerbes*, 2. Aufl., Berlin 1899. Musil, *Die Motoren für Gewerbe und Industrie*, 3. Aufl., Braunschweig 1897. Witz, *Traité théorique et pratique des moteurs à gaz*, 3^{me} éd., Paris 1895. Clerk, *The Gas- and Oil-Engine*, 6. Aufl., London 1896.

dieser Gase entsprechend, größer. Der Bestimmung der Querschnitte kann eine mittlere Anfangsgeschwindigkeit von etwa 20 m pro Sekunde als Grundlage dienen (als Mittelwert der Geschwindigkeit Null und der Maximalgeschwindigkeit gegen Mitte des Hubes).

Der innigen Mischung kommt das Diffusionsvermögen der Gase sehr zu statten; trotzdem muß man denselben Gelegenheit geben, indem man Gas und Luft in getrennten Strömen gegen einander führt, also gleichsam in wirbelnde Bewegung versetzt, sich innig zu mischen und eine möglichst einheitliche Mischung zu bilden. Dieser Zweck kann auf verschiedene Weise erreicht werden, wie aus den Skizzen einiger Mischventile Fig. 251, 252 und 253 zu ersehen ist.

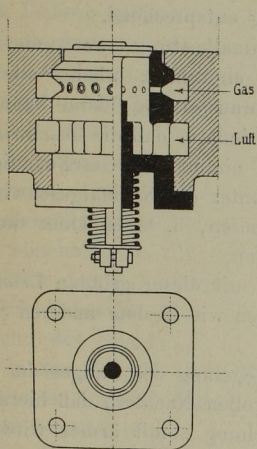


Fig. 253.

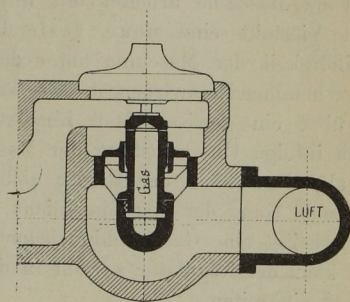


Fig. 254.

Die Anordnung Fig. 251 und 253 besitzt den Nachteil, daß die Zusammensetzung der Mischung sich mit dem Ventilhub ändert; sie ist jedoch einfacher als die Anordnung Fig. 252, welche diesen Nachteil vermeidet. Bei dieser Anordnung wird nur ein dichter Abschluß gegen die Gasleitung bezweckt, während für den Zutritt der Luft, da die Tellerplatte in die Gegenöffnung paßt, also nicht aufsitzt, der Abschluß nicht genau dichtet; die Dichtung ist hier nicht notwendig, da noch gegen den Cylinder zu ein eigenes Eintrittsventil vorhanden ist. Führt man die beiden Ventile getrennt aus, wie aus Fig. 254 ersichtlich, dann schließen beide vollkommen dichtend ab und ist der Einbau eines eigenen Einlaßventiles für die Ladung nicht notwendig.

Das zur Aufnahme des Misch- eventuell Einlaßventiles (auch Rück-

schlagventil genannt) erforderliche Gehäuse bedarf, namentlich bei kleineren Maschinen, keiner eigenen Wasserkühlung, da der Strom frischer Luft, welcher dasselbe bei jedem Einströmhube durchzieht, genügend kühlt.

Das Mischventil ist je nach der Art und Regulierung der Maschine selbsttätig oder gesteuert; in diesem Falle erfolgt die Bewegung desselben gleichfalls von der Steuerwelle durch Kammscheiben und Hebel. Das Einlaßventil ist zumeist freiläufig.

222. Die Regelung des Gasverbrauches und Ganges der Maschine. Einer der wichtigsten Punkte im Baue der modernen mit Gemischladung arbeitenden Viertaktmaschine ist die Regelung des Gasverbrauches, der jeweiligen Maschinenleistung entsprechend.

Eine Maschine arbeitet mit ihrer Maximalleistung, wenn sie nach jedem Viertakt eine neue volle Ladung einnimmt; wächst die Geschwindigkeit der Maschine unter dieser Voraussetzung, dann kann der Regler hemmend einwirken, d. h. er kann verhindern, daß die Geschwindigkeit über ein gewisses Maß hinauswächst; nimmt die Geschwindigkeit jedoch infolge Überbelastung der Maschine unter die Normalgeschwindigkeit ab, dann kann der Regler nicht eingreifen, d. h. er kann den zu langsamen Gang der Maschine nicht beseitigen.

Arbeitet eine Gasmachine jedoch nicht mit dieser größten Leistung, dann kann der Regulator sowohl in dem einen wie in dem anderen Sinne regelnd eingreifen.

Bei den älteren Maschinen wurde zur Regelung des Ganges der Gaszufuß gedrosselt. Diese Methode hat den großen Nachteil, daß hierdurch das Mischungsverhältnis verändert, die Mischung somit ärmer wird, als sie der Zündungsfähigkeit wegen sein sollte; die Zündung wird bei abnehmender Leistung träge und hört schließlich ganz auf, sodaß dann unverbranntes Gas die Maschine verläßt. Der Gang der Maschine wird unregelmäßig, der Betrieb unökonomisch.

Otto und Langen wendeten daher bei ihrer atmosphärischen Maschine eine andere Reguliermethode an, indem sie zeitweilig den Austritt der Verbrennungsprodukte drosselten, also die Zeitdauer eines Kolbenfluges verlängerten. Nachdem diese Methode jedoch auf die Cylinder der Maschine nachteilig einwirkte, so wurde dieses Verfahren dahin abgeändert, daß durch den Regulator die Einleitung eines neuen Kolbenspieles für eine gewisse Zeit überhaupt verhindert, somit die Zahl der Kolbenflüge statt der Zeitdauer eines Hubes geändert wurde. Dieses Regulierverfahren wendete Otto später auch auf seine Viertaktmaschine an.

Die neueren Viertaktmaschinen lassen sich hinsichtlich der Regelung in drei Gruppen einteilen und zwar: