

# Der Motor.

**Geschichtliches.** „Eine der barocksten Ideen, welche auf dem Gebiete des Maschinenwesens zur Durchführung gelangten“, sagt Professor Gustav Schmidt,\*<sup>)</sup> „ist wohl die, explosive Gasgemenge als motorische Substanz, beziehungsweise als treibende Kraft zu verwenden.“

Das Verdienst, diese Idee verwirklicht zu haben, gebührt Herrn Lenoir in Paris, über dessen Erfindung in den technischen Journalen des Jahres 1860 zuerst Bericht erstattet wird. Lenoirs Maschine war von der Form einer liegenden doppelt wirkenden Dampfmaschine. Das explosive Gemenge\*\*<sup>)</sup> trat unter Anwendung eines Doppelschiebers abwechselnd diesseits und jenseits des Kolbens ein und wurde mit Hilfe eines Ruhmkorff'schen Apparates entzündet. Das Letztere war in der Weise ausgeführt, dass der den induzierten Strom führende Leitungsdraht am vordern und hintern Ende in den Cylinder eintrat und an diesen Stellen durchschnitten war. So oft nun der Strom durch Vermittlung des hin und her gehenden Kreuzkopfes unterbrochen wurde, erfolgten an den angegebenen Stellen zwei Induktionsfunken, welche an der Seite eine Zündung veranlassten, wo grade das Gasgemenge sich vorfand. Ein zweiter Doppelschieber bewirkte den Austritt der verbrauchten Gase.

Die Unterhaltungskosten der neuen Maschine waren einigermaßen hoch; verbrauchte sie doch pro Pferd und Stunde etwa 2,7 bis 3,4 Kubikmeter Gas, eine ungeheure Menge Schmiermaterial, sowie etwa 800 Liter Wasser zum Kühlen des Cylinders.\*\*\*<sup>)</sup> Wenn sich dabei das Kühlwasser von 18 auf 40° C. erwärmte, so ergab dies einen Wärmeverlust von 17 600 Kalorien pro Stunde, d. h. einen Verlust, der 27mal soviel betrug, als die der Nutzleistung entsprechende Wärmemenge. Ausserdem entwichen die Verbrennungsgase aus der Maschine mit 280° C. Der ausserordentlich grosse Wärmeverlust hatte seinen Grund darin, dass die Maschine ihrer ganzen Anlage nach eine grosse Kolbengeschwindigkeit†<sup>)</sup> nicht zuliess, mithin der grösste Teil der momentan entstandenen Hitze an Cylinder, Kühlwasser und umgebende Luft abgegeben wurde, ehe er zur Arbeitsverrichtung rechte Zeit finden konnte.

Nichts desto weniger fand die Lenoir-Maschine viele Liebhaber, namentlich unter denjenigen Gewerbetreibenden, welche der Maschinenkraft nicht kontinuierlich, sondern mit häufigen

\*<sup>)</sup> Karmarsch und Heeren's Technisches Wörterbuch, 3. Band, Seite 699. Manche der folgenden historischen Notizen verdanken wir dem Aufsätze des Herrn Schmidt.

\*\*<sup>)</sup> 2 bis 8% Gas und 98 bis 92% Luft.

\*\*\*<sup>)</sup> Eine kleine Dampfmaschine verbraucht etwa 5 kg Kohle.

†<sup>)</sup> Höchstens 90 Touren pro Minute; die meisten Maschinen gingen aber viel langsamer.

Unterbrechungen bedürfen. Selbstverständlich konsumiert die Maschine ja nur, so lange sie arbeitet und hat ausserdem den Vorteil, dass sie fast mit derselben Bequemlichkeit in Gang gesetzt werden kann, mit welcher man eine Gasflamme anzündet.

Lenoir's Maschine wird mehrfach abgeändert und verbessert bis auf den heutigen Tag fabrikmässig hergestellt. Doch erwuchs ihr seit der Zeit der ersten Pariser Ausstellung (1867) eine starke Konkurrentin in der „atmosphärischen Gaskraftmaschine“ von Otto & Langen. Diese Maschine erfordert nur  $\frac{3}{4}$  bis 1 cbm Leuchtgas pro Stunde und Pferd; das Kühlwasser umspült nur ein Drittel des Cylinders und bedarf nicht steter Erneuerung, sondern es reicht eine zweckmässig eingerichtete Wasserzirkulation vollständig aus. Diese wesentlichen Verbesserungen werden dadurch erreicht, dass die Maschine einen aufrechtstehenden, oben offenen Cylinder besitzt, dass ferner der Kolben während seines Hubes ausser Verbindung mit der Arbeitswelle ist und erst bei seinem Rückgange durch ein sinnreich konstruiertes Schaltwerk mit der Arbeitswelle verbunden arbeitverrichtend wirkt. Indem nämlich der Kolben für sich allein in einem offenen Cylinder, also gewissermassen ohne Widerstand, emporgeschleudert wird, so kann er weit schneller, als es bei der früheren Konstruktion der Fall war, der Expansion der Gase folgen und die gebotene Wärme nutzbar verwerten; nur die Schwere des Kolbens, der hier wegen der beim Rückgange zu leistenden Arbeit viel beträchtlicher sein muss, als bei Lenoir, setzt der Ausnutzung der Wärme ihre Schranken. Die von dem Kolben in Folge des plötzlichen Gasdrucks gewonnene lebendige Kraft ist so gross, dass er sich bedeutend über jene Höhe erhebt, bei welcher er von den darunter befindlichen Gasen im Ruhezustande getragen werden könnte, ja es wird sogar die Endspannung der Cylindergase bei der höchsten Kolbenstellung wesentlich geringer, als die Spannung der atmosphärischen Luft. An der Erzielung dieses letztern Resultats beteiligt sich selbst die an das Kühlwasser abgegebene Wärme, indem durch diesen Wärmeverlust die Spannung im Cylinder gemindert und ein Teil des durch die Verbrennung gebildeten Wasserdampfes kondensiert wird. Beim Rückgange des Kolbens wirkt daher nicht bloss die bedeutende Schwere des Kolbens und seines Zubehörs, sondern auch der Überdruck der Luft über die Spannung der Gase im Cylinder,\*) ein Druck, welcher durch Zuhilfenahme einer Wassereinspritzungspumpe noch sehr erheblich gesteigert werden kann.

Dass die Zündung durch eine Gasflamme statt durch einen Ruhmkorff'schen Apparat bewirkt wurde, musste auch als eine wesentliche Verbesserung begrüsst werden.\*\*). Einen Haupt-Übelstand jedoch hat der Otto-Langen'sche Motor; es ist das widerwärtige Geräusch, welches von dem die Auslösung des Kolbens bewirkenden Schaltwerk verursacht wird. Man zieht daher begreiflicher Weise die Lenoir-Maschine der Otto-Langen'schen in allen den Fällen vor, in denen nicht die geringere Höhe der Betriebskosten, sondern der ruhige Gang für die Wahl des Systems entscheidend ist. Dass es indes Fälle genug gibt, in denen man den starken Lärm noch gerne mit in den Kauf nimmt, beweist die Thatsache, dass innerhalb eines Zeitraums von 10 Jahren mehr als 4000 Stück dieser Maschine für die verschiedenartigsten Teile der Industrie in Betrieb genommen worden sind.

\*) Es erklärt sich hieraus der Name „Atmosphärische Gasmaschine“.

\*\*\*) Die Gasflammenzündung ist nach Prof. Reuleaux eine Erfindung des Herrn Hugon in Paris; doch kam sie erst bei der Otto-Langen'schen Maschine zur allgemeinen Anwendung.

Es ist selbstverständlich, dass an der Beseitigung des genannten Übelstandes mit Energie gearbeitet wurde, und es schien auch, als wenn die Schwierigkeit durch die Gilles'sche Konstruktion, bei welcher ein frei nach oben gehender Flugkolben und ein mit der Welle verbundener Arbeitskolben auftreten, besiegt worden sei, als dieselbe Firma, welche zuerst das Prinzip der direkten Wirkung verlassen, nunmehr mit ungeahntem Erfolge zu demselben zurückkehrte. \*) Herr N. A. Otto nämlich, derselbe deutsche Ingenieur, der bei der Konstruktion der atmosphärischen Gasmachine so wesentlichen Anteil hatte, stellte im Jahre 1876 eine Maschine her, welche nach Art der gewöhnlichen Dampfmaschine arbeitend, die Vorzüge der Lenoir'schen und der atmosphärischen Gaskraftmaschine in sich vereinigte. Von der Lenoir'schen Maschine entlehnt der neue Motor die direkte Wirkung auf die Arbeitswelle und vermeidet dadurch das Geräusch, von der atmosphärischen Maschine nimmt er den offenen Cylinder und damit die Möglichkeit einer grossen Kolbengeschwindigkeit. Als neues Prinzip fügt er hinzu die Kompression des Gasgemischs und eine verlangsamte Verbrennung desselben und erreicht damit die möglichste Ausnutzung der Wärme trotz der Arbeitsleistung während des Kolbenhubs.

Um die Wirkung der Kompression zu verstehen, ist es nötig, die Vorgänge im Cylinder unter den beiden entgegengesetzten Voraussetzungen sich zu vergegenwärtigen. Man denke sich also zunächst den Cylinder (siehe das Diagramm Fig. IV a) bis auf eine gewisse Länge mit dem explosiven Gemenge unter atmosphärischer Spannung gefüllt (A B). Ist die Mischung etwa im Verhältnis von 1 Raunteil Leuchtgas zu 13 Raunteilen Luft gewählt, so steigt im Augenblicke der Zündung die Spannung auf stark 8 Atmosphären (B C). Der Kolben wird nun vorgestossen, und sofern der Cylinder eine Länge von 8 A B hat, treten die Verbrennungsprodukte mit atmosphärischer Spannung aus.\*\*) Die Kurve *cd* gibt die an den einzelnen Stellen des Cylinders herrschende Spannung an.

Es sei zweitens ein anderer Cylinder (Figur IV b) seiner ganzen Länge nach mit Gasen von derselben Mischung unter atmosphärischem Drucke gefüllt (A' D'), die Gase seien hierauf auf den Raum A' B' = A B zusammengedrückt. Ist nun die Cylinderlänge A' D' das *n*-fache von A' B', so steigt infolge der Kompression die Spannung auf *n* Atmosphären (D' E') und infolge der dann eintretenden Zündung auf 8 *n* Atmosphären (E' C'). Der Kolben bewegt sich bis an das Ende des Cylinders, die Spannung nimmt ab (C' F') und beträgt zum Schluss  $\frac{8n}{n} = 8$  Atmosphären. Mit dieser Spannung treten die Verbrennungsprodukte ins Freie.\*\*\*)

Berechnet man jetzt für irgend eine Kolbenstellung X die in dem betreffenden Momente herrschende Spannung, so ergibt sich, wenn A X = A' X' = *s*. A B ist,  $\frac{8}{s}$  Atmosphären bei Zündung unter normalem Luftdrucke,  $\frac{8n}{s}$  Atmosphären bei Zündung unter Zuhilfenahme der Kompression. Da aber im zweiten Falle *n* mal soviel Gas, als im ersten Falle

\*) Schöttler in der Wochenschrift des Vereins deutscher Ingenieure. 1880. S. 222.

\*\*) Der Einfachheit halber ist hier und im Folgenden nur das Mariotte'sche Gesetz zu Grunde gelegt.

\*\*\*) Daher das heftige, dem Schlagen auf ein Stück Eisen ähnliche Auspuffen aus dem im Freien endigenden Ausströmungsrohre.

gebraucht wird, so käme man zu dem Resultate, dass in Bezug auf den Nutzeffekt die Kompression gänzlich ohne Einfluss wäre. Es ist jedoch nicht ausser Acht zu lassen, dass für die Wirkung der Expansion auf den Kolben nicht sowohl der absolute Druck im Innern des Cylinders, als vielmehr der Überdruck über die von aussen auf den Kolben wirkende atmosphärische Luft in Rechnung zu ziehen ist. Dieser Überdruck beträgt in dem einen Falle  $\frac{8}{s} - 1$ , im anderen  $\frac{8n}{s} - 1$  Atmosphären, und wenn wir das letztere auf die Gasmenge des erstern reduzieren, so haben wir für gleiche Gasmengen im ersten Falle einen Überdruck von  $\frac{8}{s} - 1$ , im andern Falle einen Überdruck von  $\frac{8}{s} - \frac{1}{n}$  Atmosphären. Daraus folgt, dass gleiche Gasmengen, wenn sie komprimiert werden, mehr Arbeit zu leisten imstande sind, als wenn sie bei atmosphärischer Spannung entzündet werden,\*) und zwar gestaltet sich die Wirkung der Kompression um so günstiger, je grösser einesteils  $s$  wird, d. h. je mehr sich der Kolben dem Ende des Cylinders nähert, und je grösser andererseits  $n$  angenommen wird, d. h. je mehr die Gase komprimiert werden. Bezüglich der Grösse von  $n$  ist allerdings eine Einschränkung geboten, schon deshalb, weil das Grösserwerden von  $n$  auch eine Verlängerung des Cylinders zur Folge hat; den Cylinder aber in kleinen Dimensionen zu halten, ist deshalb recht wünschenswert, weil man bestrebt sein muss, die Wärmeabgabe an die Cylinderwand nach Möglichkeit einzuschränken, und gerade darin liegt ein Hauptnutzen der Kompression, dass die Vermehrung des Überdrucks der Verminderung der Cylinderlänge zu gute kommen kann. Der Otto'sche Motor komprimiert im Verhältnis von 5:2. Hiernach ist das Diagramm Fig. IV b aufgenommen und es zeigt sich dabei recht augenfällig die Verkürzung des Cylinders unter Anwendung der Kompression.

Um die Erwärmung des Cylinders herabzudrücken, ist es geboten, mit nicht zu starken Gasgemengen zu arbeiten. Je weniger Leuchtgas das Gemenge enthält, desto geringer stellt sich die Temperaturdifferenz zwischen der Cylinderwand und den Verbrennungsprodukten, desto geringer ist auch der Wärmeverlust. Andererseits werden aber hierdurch die Gaspartikelchen immer weiter auseinandergebracht und bei einem gewissen Grade der Verdünnung kann leicht die prompte Zündung, sowie die vollständige Verbrennung des Gases in Frage gestellt werden. Auch in dieser Beziehung erweist sich die Kompression als eine äusserst vorteilhafte Neuerung, indem sie die entfernten Gaspartikelchen wieder nähert und dadurch ohne Nachteil für die Verbrennung ein sehr verdünntes Gasgemenge zulässt.

Eine Hauptursache bedeutenden Wärmeverlustes lag bei den frühern Gasmaschinen in dem Umstande, dass die Zündung sich in demselben Momente auf die ganze im Cylinder

\*) Herr Schöttler berechnet (a. a. O.) die von einem Kilogramm Gas ohne Kompression geleistete Arbeit auf 1 400 000 mkg, dagegen die mit Kompression geleistete Arbeit auf 1 200 000 mkg und fügt die Bemerkung hinzu: „Auf die geleistete Arbeit hat also die Kompression keinen, mindestens keinen günstigen Einfluss“. Es ist leider nicht angegeben, wie die Berechnung angestellt wurde. Sollte nicht die Cylinderlänge schon mit in Rechnung gezogen sein, so ist es möglich, dass Herr Schöttler statt des Überdrucks den absoluten Druck benutzt habe. Übrigens ist es auch irrtümlich, wenn Herr Schöttler bei einem Kompressionsverhältnis von 5:2 die Spannung auf  $3\frac{1}{2}$ , statt auf  $2\frac{1}{2}$  anwachsen und die Verbrennungsprodukte mit 6, statt mit 8 Atmosphären Druck austreten lässt,

eingeschlossene Gasmasse erstreckte. Da die freigewordene Wärme nicht auch ebenso momentan in mechanische Arbeit sich umsetzen konnte, so ging der grösste Teil derselben an die Umgebung verloren (vergl. S. 4). Herr Otto ist es gelungen, eine Vorrichtung zu treffen, wodurch die Zündung annähernd in dem Masse eintritt, als die gebildete Wärme zur Arbeitsleistung verwertet werden kann. Die Einrichtung ist folgende:

Die Kompression setzt voraus, dass die Cylinderlänge entsprechend grösser ist als der Kolbenhub; bei dem Otto'schen Motor verhält sich gemäss der dort angewendeten Kompression die Cylinderlänge zum Kolbenhub wie 5:2. Dadurch bleiben bei jedem Kolbenrückgange Verbrennungsgase im Cylinder, welche  $\frac{2}{5}$  des Cylinderraumes ausfüllen. Durch die besondere Art der Steuerung wird ferner bei dem darauf folgenden Einsaugen, wie später ausführlicher gezeigt werden soll, zuerst Luft im Betrage von  $\frac{3}{10}$  des Cylinderraumes und dann Gas und Luft gemeinsam bis zur Füllung des Cylinders aufgenommen.

So gibt es im Cylinder drei Portionen verschiedenartiger Luftarten, die bei der Geschwindigkeit (das Schwungrad der zweipferdigen Maschine macht 180 Touren in der Minute) und bei der Gleichmässigkeit der Bewegung nicht Zeit haben, sich vollständig mit einander zu mischen und die daher bis zu einem gewissen Grade ihre Schichtung beibehalten. Zunächst dem Cylinderboden, von woher die Zündung erfolgt, findet sich das Gasgemisch mit der grössten Explosionsfähigkeit. Es sichert das exakte Eintreten der Zündung und verleiht dem Kolben den ersten Antrieb. Weiter nach vorne liegen Schichten von abnehmender Explosionsfähigkeit; sie entzünden sich erst allmählich und bilden gewissermassen den Nachschub.

Man hat hin und wieder die schichtenweise Lagerung in Abrede gestellt und die verlangsamte Zündung lediglich der Verdünnung des Gases durch die Verbrennungsprodukte zugeschrieben. Demgegenüber darf ich bemerken, dass Herr Otto, dem in dieser Sache gewiss das erste Wort gebührt, die vorhin vorgetragene Ansicht vollständig teilt, und, wie er brieflich mir mitzuteilen die Güte hatte, gerade behufs Erzielung eines stark verdünnten Gemenges in der Nähe des Kolbens und eines recht kräftigen an der Zündstelle das hintereinander erfolgende Eintreten von Luft und Gasgemenge eingerichtet hat. Zudem haben mir Versuche mit gefärbten Flüssigkeiten die Schichtung in überraschend schöner Weise gezeigt, und wenn daraus auch nicht ohne Weiteres auf eine gleiche Schichtung bei Gasen geschlossen werden darf, so wird ja doch in unserm Falle auch nur eine partielle Schichtung postuliert, die jedenfalls um so leichter eintritt, als Einsaugen und Komprimieren zusammen in nur  $\frac{1}{8}$  Sekunden statthat und ausserdem die Difusion durch das Komprimieren bedeutend erschwert wird.

Der Gasverbrauch der neuen Maschine stellt sich auf 1 bis 1,25 cbm pro Stundenpferd, der Verbrauch an Kühlwasser ist unbedeutend und beträgt etwa 50 Liter. Wegen des einfacheren Mechanismus kommen Reparaturen weit weniger vor, als bei den atmosphärischen Gaskraftmaschinen. Gegenüber der Dampfmaschine hat die Maschine von Otto manche Vorzüge, die ihr zum Teil mit den übrigen Gasmotoren gemeinsam sind, während andere als ihr eigentümlich bezeichnet werden müssen. Vor allem fällt die kostspielige Kessel- und Feuerungsanlage fort; es verschwindet damit die Zufuhr des Brennmaterials, das zeitraubende Anheizen, das Wegschaffen der Asche, die vielfach lästige Wärmeentwicklung im Aufstellungsraume u. s. w. Die Maschine ist jeden Augenblick betriebsfähig und das Schliessen eines Gashahns genügt, um sie zum Stillstand zu bringen, Umstände, die auch für die Benutzung der Maschine

zu Unterrichtszwecken Ausschlag gebend sind. Die Maschine konsumiert ferner nur genau so lange, als sie arbeitet und selbst während ihrer Thätigkeit reguliert ein selbstthätiges Ventil den Gasverbrauch nach Massgabe der grade zu leistenden Arbeit. Ein recht hoch zu schätzender Vorzug ist auch der fast gänzliche Ausschluss einer Feuergefahr, die nicht grösser ist, als bei einer gewöhnlichen Gasanlage zu Beleuchtungszwecken.\*) Dies hat zur Folge, dass die Maschine in jedem beliebigen Raume, sei es zu ebener Erde, oder in Etagen aufgestellt werden kann.\*\*)

Der Erfolg des Otto'schen Motors war ein durchschlagender, so dass seit dem Juli 1877 die atmosphärischen Gaskraftmaschinen nur mehr auf  $\frac{1}{2}$  und 1 Pferdekraft gebaut und seitdem schon über 4000 Exemplare\*\*\*) der neuen Maschine für die verschiedensten Industriezweige in Betrieb gesetzt wurden. Auch 35 Unterrichts-Anstalten befinden sich gegenwärtig in dem Besitze eines Otto'schen Motors.

Die Königliche Staats-Regierung ehrte auf der jüngsten Gewerbe-Ausstellung hierselbst den geistreichen Erfinder, indem sie der Gasmotorenfabrik zu Deutz die höchste Auszeichnung durch Verleihung der goldenen Staats-Medaille zu teil werden liess.

Die Maschine wird unter dem Namen „Otto's Neuer Motor“ in der genannten Fabrik, sowie in einigen andern Fabriken gebaut, denen die Berechtigung dazu von der erstern übertragen wurde. Früher auf Grössen von  $\frac{1}{2}$  bis 12 Pferdekräften beschränkt, wird seit 1880 die Maschine auch in Stärken von 15, 20 und 25 Pferdekräften ausgeführt. Seit dem letzten Sommer ist in der Zuckerfabrik Elsdorf sogar eine solche mit mehreren Cylindern und 60 Pferdekräften Arbeitsfähigkeit ununterbrochen thätig.

Die Maschine, welche unsre Schule besitzt, ist eine zweipferdige. Sie in ihren Einzelheiten zu beschreiben, soll die Aufgabe der nächsten Zeilen sein.

**Beschreibung des Motors.** Die Otto'schen Motoren stimmen in ihrer Konstruktion vollständig überein, in ihren Grössenverhältnissen variieren sie natürlich je nach der beabsichtigten Leistungsfähigkeit. Der zweipferdige Motor hat eine Länge von 2,52 m, seine grösste Breite beträgt 0,98 m, seine Höhe inclusive des gusseisernen Fundamentbockes, auf welchem er liegt, ohne Schwungrad 1,13 m, mit Schwungrad 1,65 m. Das Gewicht des Motors nebst Fundamentbock beträgt 1200 Kilo. Er macht 180 Touren in der Minute.

Analog der Dampfmaschine besitzt auch der Gasmotor Cylinder, Kolben und Schwungrad, sowie zum rechtzeitigen Ein- und Austritt von Explosionsgemenge und Verbrennungsprodukten eine Steuerung nebst Regulator.

**Der Cylinder.** (Figur I und III.) Der Cylinder ist an der vordern, d. h. an der dem Schwungrad zugewendeten Seite offen; der Kolben kann daher durch die Kraft des explodierenden Gases nur vorwärts bewegt werden während die Rückbewegung durch das Beharrungsvermögen des rotierenden Schwungrades bewerkstelligt werden muss.

Steht der Kolben im innern toten Punkte, so bleibt zwischen ihm und dem Cylinder noch ein Raum, welcher zwei Drittel des vom Kolben zu durchlaufenden Weges ausmacht. Dies ist der Raum, den die Gase im Augenblicke der Zündung einnehmen. In der Mitte der

\*) Eine polizeiliche Genehmigung ist daher bei der Aufstellung nicht erforderlich; auch wird von den Versicherungsgesellschaften eine erhöhte Prämie nicht beansprucht.

\*\*) Der zweipferdige Motor der Realschule zu Köln steht in der ersten Etage.

\*\*\*) Nach gefälliger Mitteilung des Herrn Otto.

Hinterwand des Cylinders befindet sich eine Öffnung zur Aufnahme und Entzündung des Explosionsgemenges, sowie nahebei in der Seitenwand eine zweite Öffnung zum Austritt der Verbrennungsprodukte.

Da die Explosion nicht ohne Erhitzung des Cylinders erfolgen kann, so umgibt denselben ein ziemlich weiter, mit Wasser angefüllter Mantel von Eisenblech. Damit aber das Wasser eine niedrige, jedenfalls  $70^{\circ}$  C. nicht übersteigende Temperatur behalte, wird es durch stetigen Zufluss aus einer Wasserleitung erneuert, oder durch Verbindung mit einem grösseren Wasserbehälter in fortwährender Cirkulation erhalten.

**Der Kolben.** Der Kolben besitzt auf seiner cylinderförmigen Oberfläche in gleichen Zwischenräumen fünf ringsumlaufende, also kreisförmige Einschnitte von etwa 0,6 cm Breite, die durch lose einliegende Stahlreifen wieder ausgefüllt werden. Da diese Reifen an einer Stelle quer durchschnitten sind, so federn sie gegen die Innenwand des Cylinders und stellen dadurch in einfacher Weise einen sichern, namentlich gegen die Verbrennung geschützten, luftdichten Schluss her.

Die Übertragung der Kolbenbewegung auf Arbeitskurbel und Schwungrad geschieht in gewöhnlicher Weise durch Kolben- und Pleuelstange.

**Die Steuerung.** Am meisten charakteristisch für die Gasmotoren ist die Art der Steuerung. Bei dem Otto'schen Motor ist dies ein ziemlich komplizierter Mechanismus, welcher von der Steuerwelle in Bewegung gesetzt wird und als Hauptteile den Schieber, das Einströmungsventil und das Ausströmungsventil erkennen lässt.

a. Die Steuerwelle. (Siehe den Horizontalschnitt, Fig. III.) Die in den Achsenlagern *C* liegende Arbeitswelle *MN* setzt mittelst der bei *J* befindlichen Zahnradverbindung die längs der ganzen Maschine herlaufende Steuerwelle *W* in Bewegung. Letztere trägt bei *K* die Steuerkurbel, deren Aufgabe es ist, mit Hilfe der Stange *T* den bei *R* angefügten Schieber *S* horizontal hin und her zu bewegen. Bei *A* und *E* besitzt die Welle zwei mit ihr umlaufende Hülsen, von denen die eine (*E*) das Einströmungsventil, die andere (*A*) das Ausströmungsventil bei jeder Umdrehung je einmal öffnet. Das Zahnrad *F* überträgt die Bewegung der Welle auf den Centrifugalregulator.

Von den bei *J* ineinandergreifenden Zahnradern hat das auf der Arbeitswelle sitzende nur halb so viele Zähne, wie das an der Steuerwelle; die Folge davon ist, dass jeder doppelten Drehung der Arbeitswelle eine einmalige der Steuerwelle entspricht, oder was dasselbe ist, dass erst bei jedem zweiten Kolbenhub eine Explosion erfolgt. Die Maschine gehört deshalb zur Kategorie der halbwirkenden.

b. Der Schieber. Der Cylinderboden, d. h. der am hintern Ende der Maschine gelegene Teil des Cylinders, ist äusserlich zu einer rechteckigen Fläche, Platte genannt, erweitert (*PP* in Fig. III); vor dieselbe legt sich, durch Schrauben und Spannfedern befestigt, der entsprechend geformte Deckel *D*. Beide sind auf den einander zugekehrten Seiten sorgfältig abgeschliffen und gestatten dadurch dem zwischen ihnen hin- und hergleitenden Schieber *S*, der die Gestalt einer rechteckigen Tafel hat, bei luftdichtem Schluss eine ebenmässige Bewegung.

In Figur II haben wir Platte, Schieber und Deckel in halber natürlicher Grösse zur Anschauung gebracht, und zwar bedeutet *abcd* die Platte, *efgh* die auf der Platte schleifende Seite des Schiebers, *hgki* die Oberseite des letztern, *iklm* die dem Deckel anliegende Seite

des Schiebers und *nopq* die Innenseite des Deckels. Um die Correspondenz der einzelnen Teile von Platte, Schieber und Deckel leichter in die Augen springen zu lassen, haben wir das Arrangement so getroffen, dass *ef* die vordere Unter-Kante des Schiebers darstellt, entsprechend der untern Kante *cd* der Platte; ebenso ist *no* die untere Kante des Deckels, zusammentreffend mit der zweiten untern Kante *ml* des Schiebers. Denkt man sich die beiden Seiten des Schiebers *efgh* und *iklm* längs den Linien *hg* und *ik* rechtwinkelig umgebogen, so erhält man gewissermassen ein Modell des Schiebers, welches mit den Abbildungen von Schieber und Platte in gehöriger Weise zur Deckung gebracht, eine plastische Veranschaulichung der ganzen Vorrichtung geben würde. Die übereinstimmenden Buchstaben bezeichnen immer solche Teile, welche bei entsprechender Schieberstellung mit einander in Kommunikation treten.

Bei dieser Gelegenheit möchten wir nicht unterlassen, den Leser zu bitten, sich von der Figur des Schiebers eine Copie in Papier auszuschneiden, die nach Bedürfnis zwischen den Figuren von Platte und Deckel hin- und hergeschoben werden kann. Von der Überzeugung ausgehend, dass hierdurch das Verständnis wesentlich erleichtert wird, haben wir an der linken Seite der Schieberzeichnung punktierte, mit den Zahlen von 1—4 versehene Orientierungslinien angebracht, in dem Sinne, dass wenn diese Linien der Reihe nach mit den Linien *ad* und *nq* in dieselbe Richtung gebracht werden, dadurch ohne weiteres die Lagen, von denen im Laufe des Textes die Rede sein wird, mit voller Bestimmtheit charakterisiert sind.

Die Platte hat bei *E* eine rechteckige Öffnung zum Einströmen des Gasgemenges in den Cylinder; durch dieselbe Öffnung erfolgt die Zündung; eine kleine Öffnung *V* oberhalb der erstern steht durch schräge Bohrung nach unten mit dem bei *E* beginnenden und den Cylinderboden durchsetzenden Kanale in Verbindung; sie dient einem besondern Zwecke, von dem erst später (Seite 14) die Rede sein wird. Die Öffnung *L* der Platte ist das Ende eines jenseits derselben befindlichen, offenen Luftrohrs. Trifft sie mit der Öffnung *L* des Schiebers zusammen (Lage 2), so strömt Luft in die innerhalb des Schiebers gelegene Kammer *LG*. So oft dieses geschieht, kommunizieren aber auch auf der andern Seite des Schiebers die fünf kleinen Löcher *G* mit der rechteckigen Öffnung *G* des Deckels und lassen aus dem bei dieser Öffnung mündenden Gaszuleitungsrohr *R* Leuchtgas in dieselbe Kammer *LG* eintreten, sofern das im Rohre *R* befindliche Einströmungsventil geöffnet ist. Luft und Gas gelangen dann aus der Kammer *LG* durch die Öffnung *E* des Schiebers in den Kanal *E* der Platte.

Auf seiner hintern Seite besitzt der Schieber drei übereinander liegende Öffnungen *Z*, *B* und *K*. Von *Z* aus ist schräg aufwärts, von *B* aus schräg abwärts in den Schieber hineinbohrte; die bei *B* und *Z* beginnenden Kanäle vereinigen sich deshalb bald mit einander und münden auf der Vorderseite des Schiebers in der gemeinsamen Öffnung *BZ*. Die Öffnung *K* geht quer durch den Schieber und erweitert sich auf der Vorderseite bis *V*, während gleichzeitig unmittelbar vor der Durchbrechung der Vorderwand ein kleiner Kanal senkrecht nach *BZ* abzweigt. Da diese Kanalverbindung, wie sich sogleich ergeben wird, die zur Entzündung des Explosionsgemenges dienende Flamme enthält, so führt sie passender Weise den Namen Entzündungskammer.

In den Deckel treten von unten her zwei dünne Gasleitungsrohre *X* und *Y* ein. In das eine Rohr *X* ist bei *K* hineinbohrte, so dass eine Verbindung zwischen diesem und der sich rechtwinkelig anschliessenden Rinne *KK'* hergestellt wird. Auf diese Weise kann Leuchtgas

in die Entzündungskammer eintreten, so lange die Öffnung *K* des Schiebers auf der genannten Rinne schleift. Das zweite Gasrohr *Y* endet bei *B* in einen Brenner, der, damit an dieser Stelle unausgesetzt eine kleine Flamme unterhalten werden kann, von einer viereckigen Luftöffnung umgeben ist. Der kleine Schornstein *S* erhöht den Luftzug. Durch das Vorbeigleiten der Öffnung *B* des Schiebers an der im Deckel brennenden Flamme bildet sich die Entzündungsflamme (z. B. Lage 1), welcher durch das Zusammentreffen der Schieberöffnung *Z* mit einer zweiten Luftöffnung *Z* des Deckels die nötige Luft zugeführt wird.

c. Das Einströmungsventil. Es wurde vorhin bemerkt, dass die beiden Öffnungen *L* und *G* des Schiebers immer gleichzeitig mit den entsprechenden der Platte und des Deckels zusammentreffen, was also auch ein gemeinschaftliches Einströmen von atmosphärischer Luft und Gas zur Folge haben würde. Die Ökonomie der Maschine verlangt jedoch, dass anfangs nur Luft, und hernach erst Gas und Luft gemeinsam in den Cylinder eintreten. (Vergl. S. 8). Dies setzt das Vorhandensein eines Ventils in der Gasleitung voraus. Demgemäss ist in das Hauptgasrohr eine auf dem Cylinderkopfe befestigte Erweiterung eingeschaltet, welche (siehe Fig. I) bei *E* das fragliche Ventil enthält.\*) Dasselbe steht in Verbindung mit dem Winkelhebel *ELH*, welcher letzterer sich in dem horizontalen Lager *L* dreht und mit seinem hammerförmigen Ende auf der schon erwähnten Einströmungshülse (in Fig. III bei *E*) schleift. Gelangt nun bei der Drehung der Steuerwelle der auf der Hülse aufsitzende Nocken *N* unter den Kopf des Hebels, so erfolgt eine kleine Bewegung desselben, durch welche das Ventil geöffnet wird. Nach dem Durchgang des Nockens drückt eine Spiralfeder das Ventil zurück.

d. Das Ausströmungsventil. (Siehe Fig. V.) Aus dem Cylinder (*C*) gelangen die Verbrennungsprodukte durch den seitlichen Kanal *K* in ein ziemlich weites Eisenrohr und dadurch ins Freie. In dem Kanale findet sich ein konisches Ventil *V*, welches durch den quer unter dem Cylinder herlaufenden Hebel *SDR* gehoben und gesenkt werden kann. Der Hebel endet mit der Rolle *B* ganz nahe an der zweiten auf der Steuerwelle aufsitzenden Hülse (in Fig. III durch *A* markiert). Auch diese Hülse trägt einen Nocken (*N*), der beim Vorbeigleiten an der Rolle den rechten Hebelarm hinunterdrückt und dadurch das Ventil öffnet. Zum Schliessen des Ventils dient die Spiralfeder *F*.

**Gegenseitige Lage einzelner Maschinentelle.** Die regelmässige Funktionierung einer Maschine ist wesentlich dadurch bedingt, dass jeder einzelne Mechanismus die von ihm zu leistende Arbeit grade zur richtigen Zeit ausführt; dies aber hängt grossenteils von der Stellung ab, welche einem jeden von ihnen im Vergleich zu den übrigen angewiesen ist. Das bis jetzt von uns entworfene Bild der wichtigsten Maschinenteile würde also ein unvollkommenes sein, wenn es nicht durch eine weitere Orientierung über die Stellungsverhältnisse vervollständigt würde.

Behufs rechtzeitigen Eingreifens des Schiebers ist der Steuerkurbel von vornherein eine solche Stellung gegeben, dass, wenn die Arbeitskurbel im innern toten Punkt steht, die Steuerkurbel nach links schief aufwärts gerichtet ist und mit der Horizontalebene einen Winkel von 45 Grad bildet. Hieraus ergibt sich, dass Arbeits- und Steuerkurbel niemals gleichzeitig ihre äussersten Lagen einnehmen. Will man sich für jeden einzelnen Augenblick das gegenseitige Stellungsverhältnis schnell vergegenwärtigen, so ist es ratsam, die von den beiden Kurbeln

\*) Bei *G* befindet sich in derselben Erweiterung ein Abschlusshahn mit Handhabe. Derselbe wird beim Ingangsetzen der Maschine vor und nach geöffnet, beim Abstellen geschlossen.

beschriebenen Wege konzentrisch aufeinander gelegt zu denken. In Fig. VI bedeute der grosse Kreis den Weg der Arbeitskurbel, der andere den der Schieberkurbel. Während dann die Arbeitskurbel von *I* ausgerechnet der Reihe nach in die Lagen *II*, *III* und *IV* gelangt, kommt die Steuerkurbel von *1* nach *2*, *3* und *4*.

Die beiden Nocken zum Öffnen von Ein- und Ausströmungsventil liegen horizontal neben einander. Dagegen stehen die Enden der die beiden Ventile bewegenden Hebel (*E* und *A* der Fig. VI) um etwa  $225^{\circ}$  von einander ab. Hat die Steuerkurbel die Lage *2*, so befindet sich die Höhe des Einströmnockens gerade unter *E*; steht sie dagegen in der Mitte zwischen *4* und *1*, so trifft der Ausströmnocken die Rolle *A*. Im erstern Falle ist das Einströmungsventil, im letztern das Ausströmungsventil geöffnet.

**Das Spiel der Maschine.** Auf Grund der bisherigen Darstellung lässt sich nun leicht das Zusammenwirken der einzelnen Teile konstruieren. Erinnern wir uns dabei zunächst an die Thatsache, dass die Maschine eine halbwirkende ist, so ergibt sich sofort, dass die Thätigkeit der Maschine in vier auf einander folgende Abschnitte zerfällt, welche sich kurz folgendermassen charakterisieren:

Erster Kolbenhub: Einsaugen des explosiven Gasgemenges.

Erster Kolbenrückgang: Kompression des Gasgemenges.

Zweiter Kolbenhub: Explosion und Expansion desselben.

Zweiter Kolbenrückgang: Austreibung der Verbrennungsprodukte.

Wir beginnen also mit dem Augenblicke, in welchem die Kurbeln die in Fig. VI durch die Zahlen *I* und *1* bezeichneten Stellungen gegen einander haben; der Kolben befindet sich dann im innern toten Punkt, die beiden Ventile sind geschlossen, der Schieber hat die Lage *1* (Fig. II). Währenddem nun die Steuerwelle eine Drehung von  $45^{\circ}$  Grad ausführt, gelangt der Schieber in die äusserste Lage, welche er nach der linken Seite hin einnehmen kann (Lage *2*). Unterdessen korrespondieren die Öffnungen *E* und *L* der Platte mit den gleichnamigen des Schiebers, und der Kolben, der bis dahin einen halben Hingang vollendet, gestattet der Luft, den von ihm durchlaufenen Raum zu erfüllen. Der Zutritt des Leuchtgases ist trotz des Zusammentreffens der Schieber- und Deckelöffnung *G* vor der Hand noch ausgeschlossen. Sobald jedoch der Schieber seinen Rückweg in die Lage *1* beginnt, läuft der Kopf des Einströmungshebels auf den zugehörigen Nocken auf und öffnet das Einströmungsventil, welches nun während einer Drehung der Steuerwelle um weitere  $45^{\circ}$  Grad geöffnet bleibt. Luft und Gas gelangen jetzt gemeinsam in den Cylinder, in welchem der Kolben den zweiten Teil seines ersten Hinganges vollendet. Schon beim Beginne der Bewegung hat sich auch die Entzündungsflamme gebildet, zunächst jedoch ohne Erfolg, da es noch an der Verbindung zwischen dem Cylinder und der Entzündungskammer fehlt.

Der Kolben kehrt nun zurück und komprimiert die Cylinder-gase, denen es an einem Auswege fehlt. Den Schieber führt inzwischen eine  $90^{\circ}$  Grad betragende Drehung seiner Welle in die Lage *3* (Fig. II), die in demselben Momente erreicht wird, in welchem der Kolben den toten Punkt überschreitet. Vor dem Einrücken in diese Lage schliesst sich die Entzündungsflamme nach aussen ab, so dass sie keinen Zufluss von Gas und Luft mehr erhält; dagegen beginnt mit der Lage *3* die Verbindung zwischen der Entzündungskammer und dem Cylinder hergestellt zu werden. Dies geschieht zunächst nur dadurch, dass der abgezwigte Kanal *V*

des Schiebers, welcher der Hauptöffnung *B Z* um  $1\frac{1}{4}$  Millimeter „voreilt“, mit der kleinen Öffnung *F* der Platte zur Deckung gelangt. Gleich hinterher treten auch die Hauptöffnungen *B L* des Schiebers und *E* der Platte in Verbindung und die Zündung erfolgt gleichzeitig mit dem Eintreffen des Kolbens im toten Punkte. Um den Zweck der „Voreilung“ zu verstehen, möge man bedenken, dass die Cylindergase in Folge der Kompression eine bedeutend höhere Spannung besitzen, als die unter normalem Luftdruck gebildete Entzündungsflamme. Treffen also beide zusammen, so erfolgt eine heftige Luftströmung aus dem Cylinder nach der Entzündungsflamme hin, so heftig, dass bei weiten Öffnungen die Entzündungsflamme dadurch ausgelöscht werden müsste. Um diesem Übelstande vorzubeugen, bahnt man eine mehr allmähliche Ausgleichung der Dichtigkeiten mit Hülfe der Voreilung an und ruft dadurch ausserdem auch wohl noch einen Luftstrom hervor, welcher die Entzündungsflamme in den Cylinder hineintreibt.

Nach erfolgter Zündung treibt die gewaltige Expansion der brennenden Gase den Kolben wieder nach vorne. Der Schieber bewegt sich während der ersten Hälfte des Kolbenhubs in seine Grenzstellung rechts (Lage 4) und während der zweiten Hälfte wieder zurück in die Lage 3; jede von diesen Teil-Bewegungen erfordert eine Drehung der Steuerwelle von 45 Grad. Die Schieberöffnungen sind durch Platte und Deckel von aller Kommunikation vollständig abgeschlossen und bleiben es auch während des demnächstigen Kolbenrückganges.

In dem Augenblicke, in welchem der Kolben den äussern toten Punkt erreicht, ist das Ausströmungsventil durch Auflaufen des bezüglichen Nockens auf die zugehörige Rolle geöffnet und lässt die Verbrennungsprodukte austreten, die der zurückkehrende Kolben vor sich hertreibt. Mit einer letzten Drehung von 90 Grad vollendet die Steuerwelle ihre Umdrehung; sie führt damit den Schieber wieder in die Lage 1 zurück und das Spiel beginnt von neuem.

**Das Ingangsetzen des Motors.** Wie aus der vorigen Darstellung hervorgeht, besteht die erste Thätigkeit der Maschine im Ansaugen und Komprimieren der zur Explosion zu verwendenden Gase. Daraus folgt, dass der Kolben wenigstens einen Hin- und einen Hergang gemacht haben muss, ehe die erste Zündung erfolgen kann. Hieraus ergibt sich ferner die Notwendigkeit, die Maschine am Schwungrade mit der Hand anzudrehen, wobei darauf zu sehen ist, dem Schwungrade recht bald eine möglichst grosse Geschwindigkeit zu erteilen; denn wenn man bedenkt, dass die Entzündungsflamme, nachdem sie von Gas- und Luftzufuhr abgeschnitten ist, nur eine ausserordentlich kurze Lebensdauer besitzt, so wird man begreifen, dass erst bei einer gewissen nicht zu kleinen Drehungsgeschwindigkeit die Zündung erwartet werden darf. Bei zu langsamem Andrehen des Schwungrads ist die darauf verwendete Arbeit vergeblich und das Gas geht ungenutzt ins Freie.\*)

Das Andrehen mit der Hand ist eine Unbequemlichkeit, wenn man will, ein Übelstand der Maschine, allerdings gar nicht zu vergleichen dem Anheizen und sonstigen Schattenseiten einer gewöhnlichen Dampfmaschine. Dem Erfinder der Gasmotoren sind wir zu Dank verpflichtet, dass er eine Einrichtung eronnen hat, der gedachten Unbequemlichkeit wenigstens teilweise abzuhelpen.

\*) Durch massenhaftes Ansammeln solcher Gase im Ausführungsrohre kann später eine allerdings ungefährliche Detonation in demselben hervorgerufen werden.

Den grössten Kraftaufwand erfordert die Kompression der Gase. Da diese zum Ingangsetzen der Maschine nicht unbedingt, oder wenigstens nicht vollständig erforderlich ist, so ist an der Ausströmhülse ausser dem oben erwähnten Nocken noch ein zweiter von etwas geringerer Höhe und Länge angebracht. Wie aus Figur Ia ersichtlich, liegen beide auf entgegengesetzter Seite der Hülse und auch in horizontaler Richtung etwas von einander verschoben. Die Ausströmrolle *R* ist mittelst des Stiftes *S* auf der kleinen festen Achse *A* horizontal verschiebbar. Steht sie soweit rechts, dass nur der Hauptnocken *N* auf dieselbe einwirken kann, so öffnet sich das Ventil dem regelrechten Gange der Maschine entsprechend bei jedem zweiten Kolbenrückgange zum Auslassen der Verbrennungsprodukte. Ist die Rolle dagegen nach links vorgeschoben, so wirken beide Nocken *N* und *N'* auf sie ein und das Ventil öffnet sich bei jedem Kolbenrückgange, d. h. auch dann, wenn die Kompression erfolgen sollte. Beim Anlassen der Maschine drückt man also die Rolle unter den Weg des Hilfsnockens und zieht ihn zurück, sobald man nach wenigen Umdrehungen die ersten Wirkungen der Explosion verspürt.

Bei den Motoren von mehr als vier Pferdekraften ist nicht die Ausströmrolle, sondern die Hülse mit den Nocken verschiebbar, was natürlich die Wirkungsweise in keiner Weise alteriert.

**Der Regulator.** Zur Herstellung eines regelmässigen Ganges besitzt auch der Gasmotor einen Centrifugalregulator, der bei zu schnellem Gange den Gaszufluss abzuschneiden hat. Seine Bewegung erhält er von der Steuerwelle mittelst zweier senkrecht gegenüber gestellten Zahnräder (*Z* in Fig. I, *F* in Fig. III).\*) Mit zunehmender Rotationsgeschwindigkeit der Kugeln hebt sich (Siehe Fig. I) der Arm *CT* eines um *T* drehbaren Hebels, dessen anderer Arm *TB* mit seinem ringförmigen, in die Einströmungshülse lose eingelassenen Ende einen Druck nach rechts auf die letztere ausübt. Die Hülse ist nur mittelst eines auf der Welle sitzenden Längsnockens befestigt, so dass sie zwar jede Drehung der Welle mitmachen muss, in horizontaler Richtung dagegen verschiebbar bleibt. Sie weicht daher dem Hebeldrucke und ermöglicht dadurch, dass bei einer über ein gewisses Mass hinausgehenden Geschwindigkeit der Maschine das hammerförmige Ende des Hebels *HLE* links vom Einströmungsnocken *N* schleift und das Einströmungsventil so lange geschlossen hält, bis der Gang der Maschine sich wieder etwas verlangsamt hat.\*\*\*) Man beachte hierbei, dass in Folge dieser Einrichtung der Gaszufluss entweder ein vollständiger ist, oder ganz ausbleibt; ein partieller Gaszufluss findet nicht statt.

Wenn zeitweilig die von dem Motor zu überwindenden Widerstände zu gross werden, wenn beispielsweise bei einer Lichtmaschine durch Zusammenlaufen der Kohlenspitzen die Kraft der Elektromagnete so anwächst, dass der Motor nicht mehr imstande ist, die Drahtspulen durch das magnetische Feld hindurchzutreiben, so kann es wohl vorkommen, dass der Motor unbeabsichtigter Weise und ohne dass gleich jemand zur Stelle ist, in Stillstand versetzt wird.

\*) Wenn man bei einer fertig montierten Gasmaschine die Kugeln des Regulators nicht sieht, so hat das seinen Grund darin, dass dieselben von einem zum Auffangen nedertropfenden Öls bestimmten Topfe (*CB* in Figur I) umgeben sind.

\*\*) Damit beim Zurückgehen der Hülse der Hebelarm *H*, dessen Kopf ja grade vor den Nocken *N* stossen könnte, nicht abbricht, besteht derselbe aus einem elastischen Stahlstreifen.

Bleibt dabei der Hebelkopf grade auf dem Einströmungsnocken stehen, so findet, da dann ja auch die Schieberkammer  $LG$  (Fig. II) mit dem Luftzuführungsrohr zusammentrifft, ein gefahrbringendes Ausströmen von Leuchtgas in den Aufstellungsraum statt. Dies zu verhindern, tritt mit dem Zusammenfallen der Regulatorkugeln die Ausströmungshülse so weit nach links, dass der Hebelkopf rechts vom Nocken schleift und das Einströmungsventil auf alle Fälle geschlossen hält.

Der letztere Umstand würde nun allerdings eine bedeutende Mehrleistung beim Andrehen der Maschine zur Folge haben; müsste man ja nun durch vermehrte Rotationsgeschwindigkeit des Schwungrads die Regulatorkugeln so weit heben, dass der Einströmungshebel über den Nocken liefe. Dies zu verhüten, ist bei  $A$  (Fig. I) eine kleine Stange  $S$  aufgehängt, die in horizontale Lage gebracht, die Einströmungshülse so weit als eben nötig nach rechts drückt und durch den Gegendruck derselben in einer Kerbe des Hebels  $TB$  festgehalten wird. Rückt dann bei normaler Geschwindigkeit der Maschine die Hülse noch weiter nach rechts, so hört der Gegendruck auf und die Stange löst sich von selbst aus.

**Einige Nebenteile des Motors.** Zum Schlusse mögen noch einige Nebenteile des Motors Erwähnung finden.

Das Rohr, welches die atmosphärische Luft dem Schieber bzw. dem Cylinder zuzuführen hat, geht von einem am Boden stehenden „Ansaugtopfe“ ( $F$  in Fig. I) aus, der ringsum geschlossen, nur ganz unten drei seitliche Öffnungen besitzt. Zweck desselben ist, das beim Einsaugen der Luft entstehende Geräusch abzuschwächen.

Auch in die Ausströmungsrohrleitung ist ein cylinderförmiger, ringsum geschlossener Topf eingeschaltet, der wo möglich im Freien aufzustellen ist ( $I$  in Fig. I). Dieser „Ausblasetopf“ dient durch seinen Expansionsraum zunächst dazu, das Geräusch der dem Cylinder entströmenden Gase zu verringern; ausserdem bildet er ein Reservoir zum Ansammeln des Kondensationswassers und der aus dem Cylinder mitgerissenen Ölrückstände, welche andernfalls die Röhren verstopfen könnten. Zur Entwässerung des Topfes dient ein am Boden angebrachter Hahn.

Um bei dem stossweise erfolgenden Einsaugen des Leuchtgases ein plötzliches Entleeren des Gaszuleitungsrohres zu verhüten, ist nahe bei der Maschine ein Gummibeutel von etwa 20 Liter Inhalt als Reservoir in dasselbe eingeschaltet. Auf diese Weise wird es möglich, die Entzündungsflamme (deren Rohrleitung vor dem Gummibeutel abzweigt sein muss) vor dem Erlöschen und die Erleuchtungsflammen der Nachbarschaft vor heftigem Zucken zu bewahren. Sollte dennoch ein Zucken erfolgen, so kann dem in der Regel durch passende Stellung der Gashähne abgeholfen werden.