

D. Die bauliche Gesamtanordnung der Verpuffungsmaschinen.

Nachdem vorstehend die wesentlichen Einzelheiten der Verbrennungsmaschinen, besonders der Verpuffungsmaschinen, besprochen sind, soll nunmehr einiges über den Gesamtaufbau gesagt werden. Bei der Fülle der von den führenden Firmen auf den Markt gebrachten Ausführungsformen und bei dem geringen zur Verfügung stehenden Raum kann an dieser Stelle nur je ein Beispiel für die Hauptarten und Hauptverwendungszwecke gegeben werden.

I. Die Viertaktmaschinen.

1. Ortfeste Maschinen.

Eine Gasmaschine der Firma Gebr. Körting A.-G. von etwa 100 Nutzpferdestärken zeigen die Fig. 250 und 251. In dem Zylinder gleitet der Kolben 1, dessen Bewegung durch die Schubstange 2 auf die Kurbelwelle übertragen wird. Zum Massenausgleich sind die Kurbeln mit Gegengewichten 3 versehen, was namentlich bei schnelllaufenden Maschinen für die Ruhe des Ganges und die Standfestigkeit der Maschine von Vorteil ist, findet doch hierdurch ein Ausgleich sowohl der durch die einseitigen Fliehkräfte der Kurbelarme und auf- und abschwingenden Schubstangenmassen als auch der durch den Beschleunigungs- bzw. Verzögerungsdruck in der Richtung der Zylinderachse hervorgerufenen Gegenkräfte statt. In dem hinteren, den

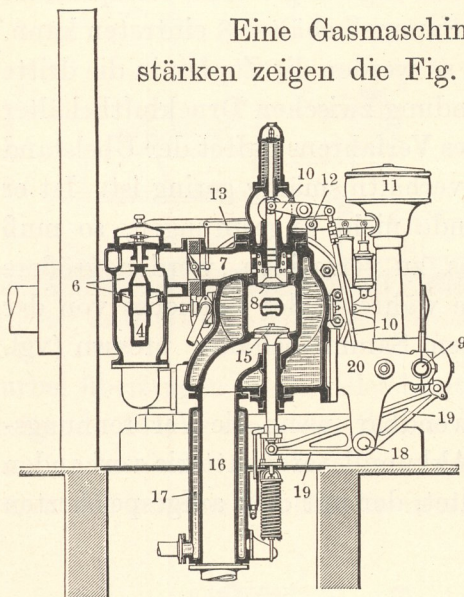


Fig. 250. Querschnitt der Fig. 251.

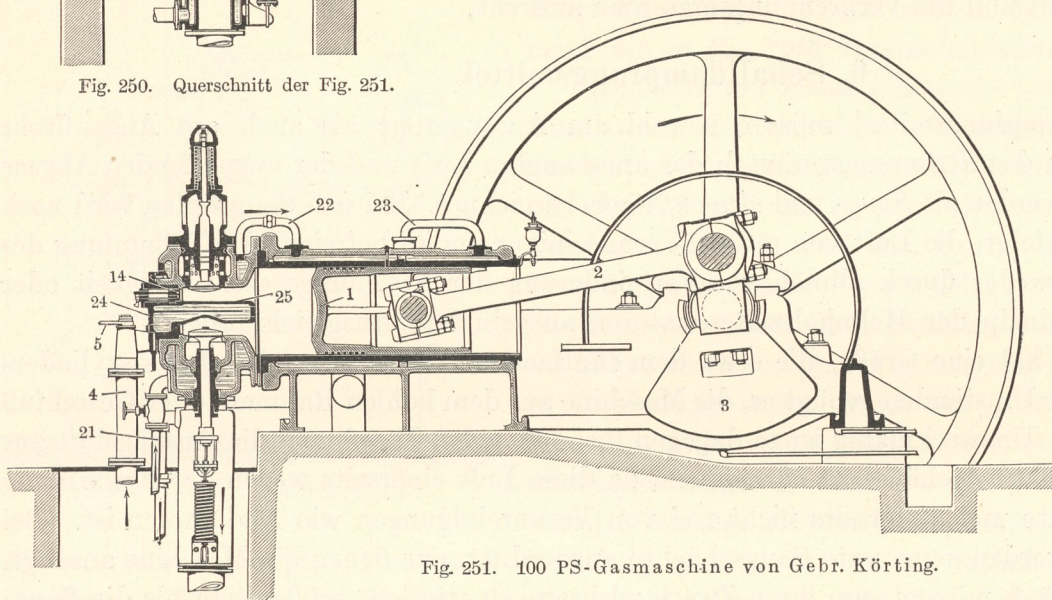


Fig. 251. 100 PS-Gasmaschine von Gebr. Körting.

Verdichtungsraum bildenden Teil des Zylinders, dem Zylinderkopf, sind die verschiedenen Ventile sowie die Zündvorrichtung untergebracht.

Das Gas wird durch die Rohrleitung 4, in die der Hahn 5 eingeschaltet ist, zugeführt, während die Luft durch den an den Rahmenfuß angeschlossenen Rohr-

ansatz zuströmt. Der Eintritt der Luft in den Hohlraum des Rahmens erfolgt durch Löcher, die zweckmäßig auf der dem Schwungrad abgewendeten Seite des Rahmens vorgesehen sind, um nach Möglichkeit dem durch das Schwungrad aufgewirbelten Staube den Zutritt in den Rahmen zu versperren. Beim Durchtritt durch das Mischventil 6 mischen sich Gas und Luft in einem bestimmten Verhältnis, das ständig gleich bleibt, wie weit sich auch der Ventilteller öffnet. Macht die Verwendung eines neuen Betriebsmittels von anderem Heizwert eine Änderung des Mischungsverhältnisses notwendig, so wird dem durch Einsetzen eines neuen Ventiltellers mit anderen Querschnittsöffnungen für den Durchtritt des Gases Rechnung getragen. Durch den Kanal 7 gelangt das Gemisch zu dem federbelasteten Ventil 8, das von einem auf der Steuerwelle 9 sitzenden Daumen unter Vermittlung des Gestänges 10 angetrieben wird. Die Regulierung ist eine Quantitätsregulierung. Durch Verstellen einer in den Kanal 7 zwischen Einlaß- und

Mischventil eingeschalteten Drosselklappe wird die Menge des zuströmenden Gemisches geregelt. Durch diese Art der Regulierung sollen selbst plötzliche Ent- und Belastungen nahezu spurlos an der Maschine vorübergehen. Ein großer Vorteil ist ferner, daß der Gasverbrauch auch bei geringen Leistungen ein verhältnismäßig günstiger ist. Der Antrieb der Drosselklappe erfolgt vom Regulator 11 aus durch den um den festen Punkt 12 schwingenden Doppelhebel 13. Ferner ist am Regulator, der von der Steuerwelle aus unter Vermittlung von Schraubenrädern angetrieben wird, noch eine Einrichtung zu einer wenn auch geringen Erhöhung der Umdrehungszahl vorgesehen. Die Zündung erfolgt bei 14 auf elektrischem Wege durch aus der Zeichnung nicht ersichtliche Magnetinduktoren. Den Verbrennungseigenschaften der verschiedenartigen Brennstoffe entsprechend kann der Zeitpunkt der Zündung während des Ganges der Maschine verstellt werden. Nachdem die Verbrennungsgase im Zylinder Arbeit geleistet haben, gelangen sie durch das Auspuffventil 15

in die Abgasleitung 16, deren erster Teil mit einem Wassermantel 17 versehen ist, um die heißen Gase vor dem Eintritt in den Auspufftopf abzukühlen. Die Steuerung des Auspuffventils erfolgt ebenfalls durch einen auf der Steuerwelle 9 sitzenden Daumen unter Vermittlung des an der Ventilspindel angreifenden, um den festen Zapfen 18 schwingenden Doppelhebels 19. Dieser sowie der aus der Zeichnung nicht ersichtliche Doppelhebel zum Antriebe des Einlaßventils und die Steuerwelle selbst sind in einem mit dem Zylinderkopf fest verschraubten Bock 20 gelagert. Das zur Kühlung nötige Wasser

wird dem unteren Teil des Zylinderkopfes durch die Leitung 21 zugeführt und durch die Überströmleitung 22 in den Zylindermantel weitergeleitet, den es durch die Leitung 23 verläßt. Die Stirnwand des Zylinderkopfes ist durch einen Deckel 24 verschlossen, von dem aus sich eine wassergekühlte Zwischenwand 25 in den Verdichtungsraum hinein erstreckt, die durch ein eingelegtes Führungsblech unterteilt ist. Zweck dieser Zwischenwand ist mögliche Abkühlung der Ladung bei der Verdichtung. Zur Erleichterung des Inbetriebsetzens der Maschine wird, was aus der Zeichnung nicht ersichtlich ist, beim Anlassen die Nockenscheibe für den Auslaßventilhebel verschoben, so daß das Auslaßventil während der Kompressionsperiode geöffnet bleibt, wodurch eine hohe Kompression beim Andrehen der Maschine vermieden wird und kleine Maschinen bis zu etwa 16 PS mit der Hand angedreht werden können. Größere Maschinen werden mit Druckluft angelassen, wobei es sich empfiehlt, bei Maschinenstärken über 40 PS nicht das Auslaufen der Maschine zur Druckluftherzeugung zu benutzen, sondern eine besondere Luftpumpe dafür anzuordnen.

Allgemein ist hinsichtlich des Aufbaues der Maschine noch darauf aufmerksam zu machen, daß der breit und kräftig gehaltene, mit zwei Kurbelwellenlagern ausgerüstete Rahmen den Zylinder fast vollständig unterstützt. Rings um den Rahmenfuß laufen Rinnen zur Aufnahme des Schmieröls.

Das Schaubild einer derartigen Maschine für kleinere Leistungen von 6—50 PS zeigt

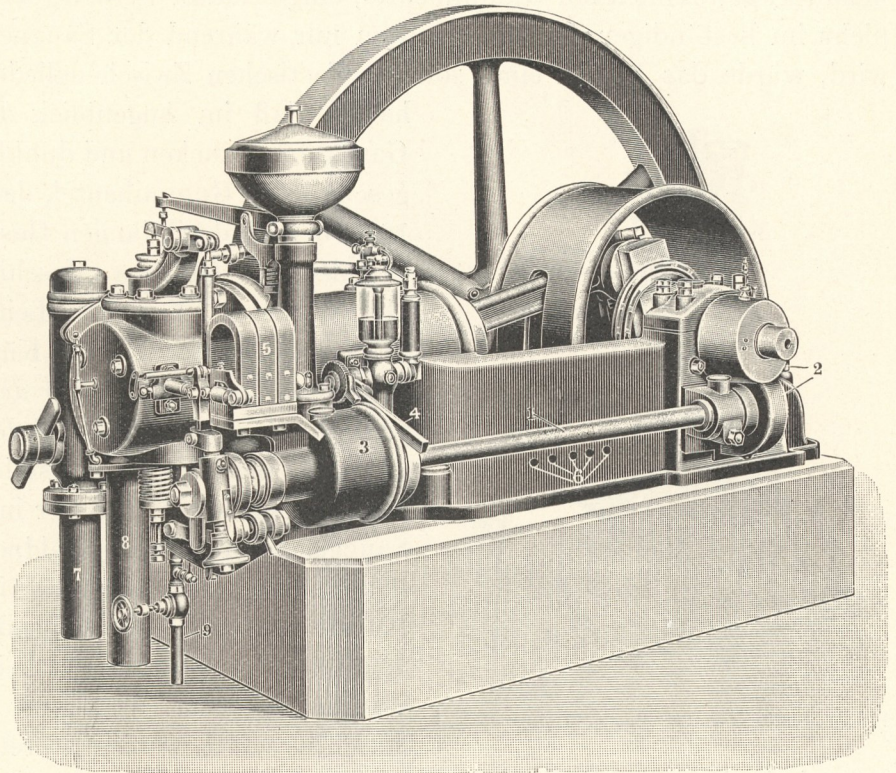


Fig. 252. 6—50 PS-Gasmaschine von Gebr. Körting.

Fig. 252. Vorn, parallel dem Rahmen, verläuft die Steuerwelle 1, die ihren Antrieb von der Kurbelwelle aus durch bei 2 eingekapselte, in einem Ölbad laufende Schraubenräder erhält. Bei 3 ist die Steuerwelle nochmals gelagert und außerdem der Antrieb für den Regulator eingebaut. Hebel 4 wird von einer auf der Steuerwelle sitzenden Daumenscheibe, gegen die er gepreßt wird, in schwingende Bewegung versetzt und überträgt diese auf eine Ölpumpe, die das Schmieröl in den Raum zwischen Kolben und Zylinderwandung preßt. Auf der anderen Seite des Teiles 3 sitzen nebeneinander die Nocken für die Steuerung des Eintritts- und Austrittsventils sowie der einstellbare Antrieb für die Zündvorrichtung, deren magnetelektrischer Apparat 5 darüber angeordnet ist. Unter der Steuerwelle befinden sich in der Rahmenwandung Löcher 6, durch welche die zur Gemischbildung gebrauchte Luft angesaugt wird. Das hierzu erforderliche Gas strömt durch die Leitung 7 zu. Ist diese von einer Beleuchtungsleitung abgezweigt, so muß ein elastischer Vorratsbehälter, gewöhnlich ein Gummibeutel, eingeschaltet werden; denn da das Gas aus der Leitung 7 nicht im beständigen Strome, sondern nur während der Saugperiode der Maschine entnommen wird, würde das Fehlen eines solchen elastischen Zwischengliedes in der Saugleitung zur Folge

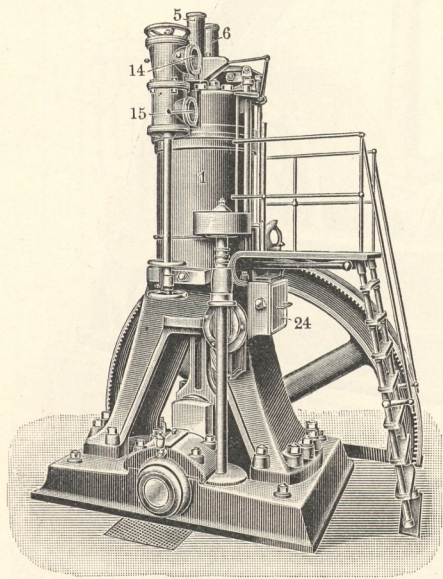


Fig. 253. Güldner Motor von 125 PS (Schaubild).

haben, daß im Augenblick des Beginnes dieser Periode die Gasflammen zucken und dunkler brennen. Durch den zwischen geschalteten Gummibeutel, der im aufgeblähten Zustand etwa 10—15 Zylinderfüllungen Gas enthält, wird dieser Übelstand vermieden. Größere Maschinen erfordern häufig mehrere Gummibeutel. Von den Leitungen 8 und 9 ist erstere für die Abgase, letztere für das Kühlwasser bestimmt. *Die näheren baulichen Einzelheiten einer derartigen Maschine sind aus dem zusammenklappbaren Modell der Gasmaschine ersichtlich.*

Als Beispiel einer stehenden ortfesten Viertakt-Verbrennungsmaschine sei der in den Fig. 253—255 dargestellte Sauggasmotor Bauart Güldner der Güldner-Motoren-Gesellschaft in Aschaffenburg beschrieben. Die Vorteile der stehenden Bauart gegenüber der liegenden sind hier dieselben wie bei den Dampfmaschinen, nämlich gute Standfestigkeit bei vollständig zentraler Aufnahme der Kolbendrucke durch die Maschine selbst, weniger störende Maschinenwirkungen, kleiner Raumbedarf und einfaches Fundament, kein Unrundlaufen der Zylinderbohrung infolge des Kolbengewichtes usw. Das A-förmig ausgebildete Gestell (s. Fig. 253) läuft oben in einen zylindrischen Teil 1 aus, der gleichzeitig den äußeren Mantel des Zylinderkühlraumes bildet. In diesen Teil ist die aus hartem Gußeisen bestehende Laufbüchse 2 eingesetzt, und zwar oben fest, unten dagegen beweglich, damit sich die infolge der Erwärmung auftretende Längenausdehnung ungezwungen vollziehen kann. Die Abdichtung der Laufbüchse gegen das Gestell erfolgt durch einen eingesetzten Kupferring 3. In den Zylinderdeckel sind neben der Zündvorrichtung 4 das Einlaßventil 5, das Auspuffventil 6 und das aus der Zeichnung nicht ersichtliche, handgesteuerte Anlaßventil eingebaut. Der Antrieb der Ventile erfolgt durch Nocken einer in der halben Höhe der Maschine, parallel der Kurbelwelle, verlaufenden Steuerwelle (Mittellinie bei 7 angedeutet), die ihre Bewegung durch ein in ein Gehäuse 8 eingeschlossenes Kegelergetriebe von der Regulatorschraube 9 aus erhält. Diese wieder wird von der Kurbelwelle mittels Schraubenräder angetrieben, von denen das eine 10 mitten in dem einen Kurbelwellenlager (vgl. hierzu auch das Klappmodell des Dieselmotors) vorgesehen ist. Von den Steuernocken aus wird die Bewegung durch die Lenkerstangen 11, 12 zu den Ventilen weitergeleitet. Die doppelt geführte Spindel des Einlaßventils trägt außerdem noch den Mischventilteller 13. Die Zuleitung des Gases erfolgt durch den Kanal 14, während die Luft durch den Kanal 15 zugeführt wird und die Regelung der Zuflußmengen von Hand durch die Schieber 16, 17 geschieht. Die Geschwindigkeitsregelung besorgt ein kräftiger Federregulator durch Veränderung der wirksamen

Hubhöhe des Einlaß- und Mischventilkegels. Zu diesem Zwecke wird, im Prinzip wie bei der oben näher erläuterten Regelung der Firma Gasmotorenfabrik Deutz (Fig. 225 und 226), vom Regulator durch die Stangen 18, 19 der Schwingungspunkt des die Stange 11 mit der Ventilspindel verbindenden Einlaßventilhebels verschoben. 20 ist der magnetelektrische Zündapparat (System Bosch) und 21 das zur Abreißvorrichtung führende Gestänge. Die Zündvorrichtung ist so eingerichtet, daß während des Betriebes ein Verstellen des Zündpunktes ohne Verkleinerung der Ankerschwingung vorgenommen werden kann. Die Lage des die Entzündung herbeiführenden Funkens genau in der Mitte des Verdichtungsraumes bewirkt eine schnelle und kräftige Entflammung der Ladung von ihrem Kernpunkt aus. Bezüglich der Kühlung ist hervorzuheben, daß nicht nur Zylindermantel und Zylinderkopf, sondern auch das Auspuffventil und der erste Teil der Auspuffleitung ge-

kühlt werden. 22 ist ein Drosselventil zur Regelung des Kühlwasserdurchflusses. Die zum Anlassen erforderliche Druckluft von etwa 12 bis 15 at Spannung wird der Maschine durch Rohr 23 zugeführt. Für die Schmierung ist ein großer Zentralschmierapparat 24 vorgesehen, von dem das Öl den Zylinderwandungen, Kolben und Kolbenbolzen durch eigene Druckpumpen zugepreßt wird. Auch für die Pleuellager ist eine zwangläufige Ölzuführung eingerichtet, während die Pleuellager mit besonderen Schmiergefäßen ausgerüstet sind. Pleuellager und Pleuellager sind dicht eingekapselt und laufen in einem Ölbad.

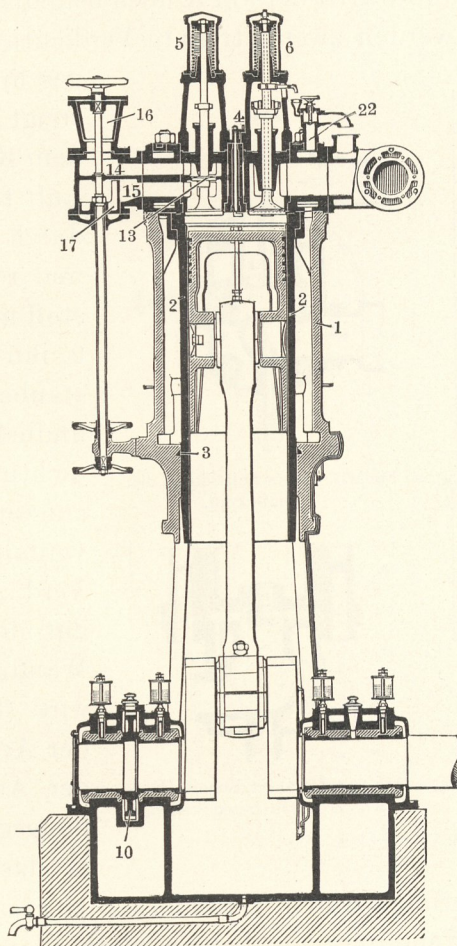


Fig. 254.

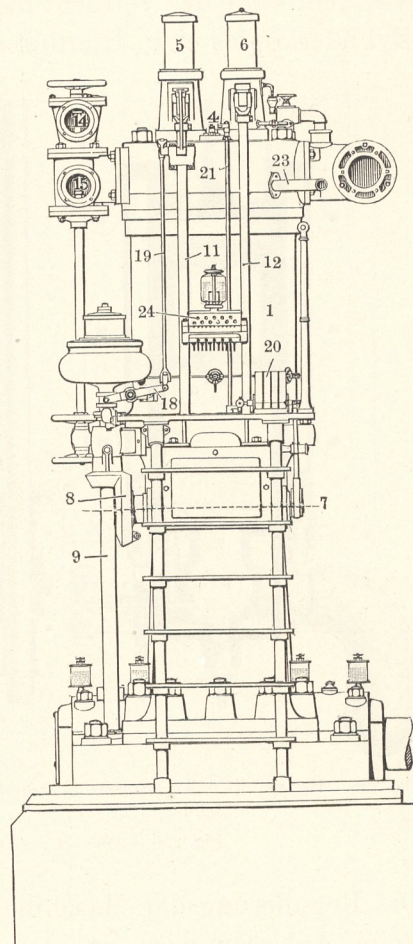


Fig. 255.

Fig. 254 und 255. Güldner Motor von 125 PS (Schnitt und Ansicht).

Die Güldner Gaskraftmaschinen sind vornehmlich für den Betrieb mit billigen Kraftgasen geeignet und werden daher meistens mit besonderen Sauggasanlagen geliefert. Mit verschiedenen Brennstoffen angestellte Versuche ergaben als Mittelwerte:

Brennmaterial	Anthrazit	Gaskoks
Heizwert für 1 kg	7676	6921 WE
Ununterbrochene Versuchsdauer	ca. 11	11½ Std.
Leistung durchschnittlich	104,4	101,7 PS
Umlaufzahl durchschnittlich	158,8	155,5 i. d. Min.
<i>Brennstoffverbrauch für eine effektive PS-Stunde:</i>		
a) Brutto einschließlich Anheizen vom kalten Generator aus	305	415 g
b) Netto nach Abzug der vertragsgemäßen 10 Proz. für Anheizen usw.	275	373 g
c) Zwischenmessung von vollem zu vollem Generator	320	336 g

Vorstehend beschriebene Maschinen benutzen als Betriebsstoff ein Gasluftgemisch. Bei den mit flüssigen Brennstoffen betriebenen, bei denen der Brennstoff vor dem Eintritt in den

Arbeitszylinder verdampft und mit Luft gemischt wird, liegen die Verhältnisse ähnlich, nur kann hier — genau genommen — nicht von einem Gas-, sondern muß von einem Dampf-Luftgemisch gesprochen werden. An der Arbeitsweise der Maschine ändert dies nichts. Eine Ausnahme hiervon macht der hauptsächlich für schwere Öle bestimmte *Haselwander-Motor* (Fig. 256—258), bei dem die Verdampfung des Brennstoffes und seine Mischung mit der Luft im Arbeitszylinder stattfinden. Ein weiterer Unterschied dieses Motors gegenüber den früher beschriebenen besteht darin, daß er einer besonderen Zündvorrichtung nur für die Zeit des Anlassens bedarf. Beim Kolbenvorlauf wird durch das selbsttätige Einlaßventil 1 Verbrennungsluft angesaugt. Gegen Ende des Saughubes öffnet sich zwangsläufig das Brennstoffventil 2, und es gelangt (von einem hochstehenden Vorratsgefäß) durch die Leitung 3 Brennstoff in den Raum 4 vor der Düse 5, wo er einstweilen verbleibt. Vor dem Ende des Verdichtungshubes tritt der am Kolben befindliche Ansatz 6 in die Öffnung 7 des Zylinderkopfes ein. Hierdurch werden zwei getrennte Verdichtungsräume gebildet. In dem abgeschnittenen Ringraum 8 (Fig. 258) steigt die Verdichtung höher als in dem Raum 9. Die höher komprimierte Luft tritt mit großer Geschwindigkeit durch den Kanal 10 in den Raum 4 und reißt den dort lagernden Brennstoff mit nach dem Verbrennungsraum 9, ihn hierbei durch die Düse 5 zerstäubend. Die in der Kammer 9 befindliche Luft wird durch die Verdichtung so hoch erhitzt, daß der eingespritzte Brennstoff augenblicklich verdampft und die Ladung durch die Verdichtungswärme in Verbindung mit der Abhitze der umschließenden Wandungen im Totpunkt entzündet wird (Selbstzündung). Es folgt nun der Arbeits- (Expansions-) und dann der Auspuffhub, wobei die Verbrennungsgase durch das Auslaßventil 11 in das Auspuffrohr 12 entweichen.

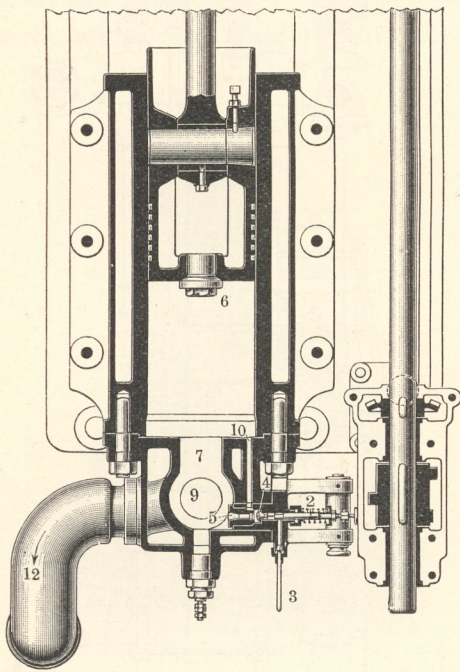


Fig. 256. Horizontalschnitt (Kolben in vorderster Stellung).

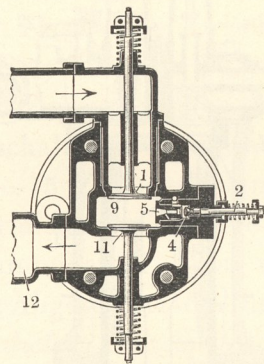


Fig. 257. Querschnitt durch den Zylinderkopf.

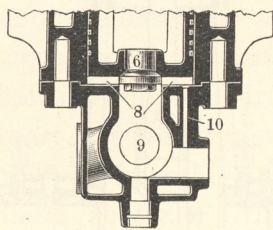


Fig. 258. Horizontalschnitt (Kolben nahe der hintersten Stellung).

Fig. 256—258. Haselwander-Motor.

Die Regulierung der Maschine erfolgt durch Veränderung der eingespritzten Brennstoffmenge. Beim Anlassen wird unter Verwendung von Benzin statt Petroleum zunächst elektrisch gezündet, da bei kalter Maschine die Verdichtungstemperatur nicht genügend hoch ist. Sobald die Maschine hinreichend warm ist, wird von Benzin auf Petroleum umgeschaltet und der elektrische Zünder außer Tätigkeit gesetzt.

Mit dem Dieselmotor (s. Gleichdruckmaschine, S. 139) hat die Maschine von Haselwander die Einblasung des Brennstoffes in die hoch verdichtete Verbrennungsluft und die Selbstzündung gemeinsam. Hinsichtlich des Brennstoffverbrauches steht sie unter den mit flüssigen Brennstoffen arbeitenden Maschinen mit Verpuffung infolge der hohen (bis zu 20 at) ohne Gefahr der Vorzündung erfolgenden Verdichtung mit an erster Stelle.

Großgasmaschinen. Im ersten Augenblick mag es befremdlich erscheinen, daß bei den Gasmaschinen anders wie bei den Dampfmaschinen die für große Leistungen bestimmten besonders behandelt werden sollen. Abgesehen davon, daß die Gasmaschine ursprünglich für das Kleingewerbe gedacht war, ist die Ursache hierfür in den wesentlich anderen Betriebsverhältnissen zu suchen. Bei der Dampfmaschine wirkt während zweier Umdrehungen der Kurbelwelle der Dampf viermal auf den Kolben treibend; bei der Gasmaschine vollführt der Kolben in der gleichen Zeit nur einmal einen Krafthub. Wenn auch bei letzterer der mittlere Druck im allgemeinen höher sein wird, darf doch

nicht außer acht gelassen werden, daß zur Erreichung der gleichen Leistung die auf den Kolben der Viertaktmaschine ausgeübte Kraft erheblich höher sein muß als bei der Dampfmaschine. Die natürliche Folge sind wesentlich größere Abmessungen des Zylinders bei der Gasmaschine als bei der Dampfmaschine. Hiermit hängt wieder eine Vergrößerung der Kolbendrucke und als weitere Folge ein schwereres Antriebsgestänge zusammen. Desgleichen muß auch das Schwungrad bedeutend schwerer werden als bei einer Dampfmaschine gleicher Leistung. Mit den einmaligen höheren Kosten für die größeren Abmessungen allein ist es aber nicht getan; die Maschinen verursachen dann auch dauernd höhere Ausgaben, da die veränderten baulichen Verhältnisse eine nicht unbeträchtliche Steigerung der Reibungsverluste bewirken.

Aber nicht allein dies, sondern auch die inneren Vorgänge in der Maschine standen einer einfachen Vergrößerung der Abmessungen hindernd im Wege. Wie die Rechnung ergibt, vergrößert sich die Oberfläche des Ladungsraumes in der zweiten Potenz, sein Inhalt dagegen in der dritten; es wächst also die Größe der zur Abführung der schädlichen Wärme bestimmten Oberfläche weit langsamer als der Inhalt des Verbrennungsraumes, so daß die Beherrschung der hohen Temperaturen im Innern des Zylinders Schwierigkeiten macht. Auch hier besteht ein grundsätzlicher Unterschied

zwischen Dampfmaschine und Gasmaschine. Bei ersterer steigen die Temperaturen auch bei starker Überhitzung nicht über $350-400^{\circ}$, bei letzterer erreichen sie unter Umständen 1800° C. Aus allem diesem folgt, daß es nicht zugänglich ist, die für Gasmaschinen kleinerer Leistungen

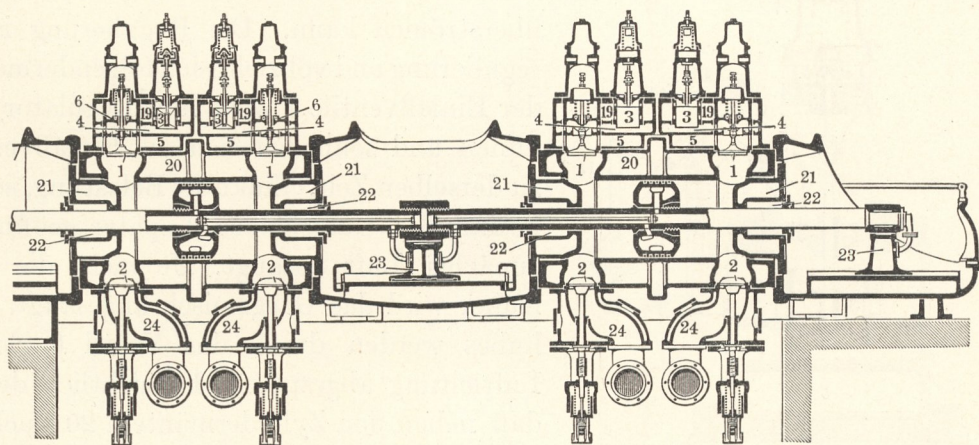


Fig. 259. Viertakt-Großgasmaschine von Pokorny & Wittekind (Längsschnitt).

bewährten Bauarten ohne weiteres auf Großgasmaschinen zu übertragen. Lebhafter wurde an deren Durchbildung erst gearbeitet, als sich Mitte der neunziger Jahre des letzten Jahrhunderts herausstellte, daß die aus den Hochöfen in großen Mengen entweichenden Abgase ein für Gasmaschinen sehr geeignetes Gas sind. Heutzutage werden schon Großgasmaschinen bis zu 4000 PS gebaut. Welche hohe Bedeutung sie haben, erhellt daraus, daß in einem einzigen Hüttenwerk durch Verwertung der Hochofengichtgase über 30 000 PS erzielt werden sollen. Vorzugsweise werden die Großgasmaschinen benutzt für den Antrieb von Dynamomaschinen, von Gebläsen für Hochofen- und Stahlwerke sowie für den Betrieb von Walzwerken.

Zunächst wurden Versuche mit der einfachwirkenden Viertaktmaschine gemacht, von der mehrere möglichst großer Leistung zu Zwillings-, Drillingsmaschinen usw. vereinigt wurden. Es hat sich aber herausgestellt, daß für Großgasmaschinen nur die doppelwirkende Viertaktmaschine in Frage kommt. Dann entfallen auf je zwei Umdrehungen der Kurbelwelle zwei Krafthübe, immer noch kommen aber auf vier Kolbenhübe zwei arbeitverzehrende Hübe. Auch diese sind bereits beseitigt worden, indem zwei doppelwirkende Viertaktzylinder derart hintereinander oder — wie es heißt — in Reihe gebaut wurden, daß auf jede halbe Kurbelumdrehung ein Krafthub kommt. Unbedingt notwendig ist hierbei, daß nicht nur die ruhenden, sondern auch die bewegten Teile, wie Kolben, Kolbenstange, Ventile, gut gekühlt werden.

Das Beispiel einer solchen Maschine zeigt die *Viertakt-Großgasmaschine* der Firma Pokorny & Wittekind, Frankfurt a. M.-Bockenheim. Fig. 259 zeigt den Längsschnitt der Maschine, Fig. 260 einen Querschnitt durch das Regelorgan. 1 sind die Ein- und 2 die Auslaßventile der Maschine. Zwischen den ersteren sitzen die Gaszuleitungsschieber 3. Die Zuleitungen 4 und 5 für das Gas und

die Luft sind im geschlossenen Zustande des Einlaßventils durch einen auf der Ventilschindel sitzenden Teller 6, für den keine Sitzfläche vorgesehen ist, und der daher wie ein Schieber wirkt, gegeneinander abgeschlossen. Der Antrieb der Ein- und Auslaßventile erfolgt in der üblichen Weise. Für den Gaszuleitungsschieber 3 ist eine Abschnappsteuerung vorhanden, die sich von den bei Dampfmaschinen angewendeten dadurch unterscheidet, daß bei ihr im Augenblick des Abschnappens die Feder 7 nicht auf einen Schluß, sondern auf ein Öffnen des Schiebers hinwirkt. Der um den festen Zapfen 8 schwingende Doppelhebel 9 wird von der Klinke 10 mitgenommen, was ein Anheben des Schiebers 3 und Verschließen der Durchtrittsöffnungen zur Folge hat. Die Klinke 10 erfährt eine zweifache Bewegung: sie ist um den Zapfen 11 des Hebels 12 drehbar gelagert, dem durch die Lenkerstange 13 eine um den Zapfen 8 schwingende Bewegung erteilt wird; andererseits wird die Klinke aber noch von der mit dem Regulatorgestänge in Verbindung stehenden Lenkerstange 14 beeinflusst, die an den bei 15 drehbaren Doppelhebel 16 angreift. Das andere Ende dieses Doppelhebels steht durch die Stange 17 mit dem mit der Klinke 10 fest verbundenen Hebel 18 in Verbindung.

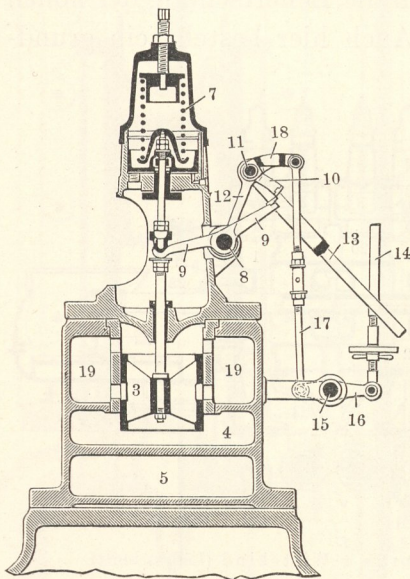


Fig. 260. Viertakt-Großgasmaschine von Pokorny & Wittekind (Querschnitt durch das Regelorgan).

Je nach dem Abschnappen der Klinke wird der Schieber früher oder später zum Öffnen gebracht, so daß das Gas aus dem Raum 19 durch die nunmehr geöffneten Schlitz in den Kanal 4 überströmen kann. Die Regulierung ist eine reine Qualitätsregulierung und vollzieht sich folgendermaßen. Das Steuergestänge der Einlaßventile 1 wird vom Regulator nicht beeinflusst; mithin öffnen und schließen sich die Einlaßventile bei jeder Belastung zu derselben Zeit. Sinkt die Belastung, so wird der vom Regulator beeinflusste Gasschieber 3 später geöffnet, so daß die Maschine zunächst Luft ansaugt. Je mehr die Belastung steigt, desto früher wird das Gasgemisch angesaugt. Am Ende des Ansaughubes werden durch das Ventil 1 gleichzeitig die Gas- und Luftleitung abgesperrt. Hinsichtlich der Kühlung sei bemerkt, daß neben den Zylindermänteln 20 auch die Deckel 21 mit den Stopfbüchsen 22 sowie Kolben, Kolbenstange und Auspuffventile energisch gekühlt werden. Die hohle Kolbenstange wird nicht nur durch die Kolben und den nicht mehr mit dargestellten Kreuzkopf, sondern auch durch die zwischen beiden Zylindern und hinter dem zweiten angeordneten Gleitschuhe 23 unterstützt. 24 sind die in ihrem ersten Teile wassergekühlten Auspuffrohre.

2. Fahrbare Maschinen.

Hierher gehören nicht nur die Maschinen für Land-, Wasser- und Luftfahrzeuge, sondern auch die für die Lokomobilen.

Die Bemühungen, schienenlose Fahrzeuge mit Verbrennungsmaschinen anzutreiben, wurden erst von Erfolg gekrönt, als um die Wende der achtziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts die mit flüssigen Betriebsstoffen gespeisten Verbrennungsmaschinen aufkamen. Zunächst galt es noch, zwei Mängel dieses neuen Verkehrsmittels zu beseitigen, nämlich das große Gewicht der Maschinen und die durch die hin und her schwingenden Maschinenteile hervorgerufenen störenden Erschütterungen des Wagengestelles. Um die Gewichtsverminderung hat sich besonders Daimler verdient gemacht, der bis 1886 durch erhebliche Vergrößerung der Umdrehungszahl das Maschinengewicht für je eine Pferdestärke bis auf 40 kg ermäßigte. Heute baut die Société Antoinette in Paris schon Maschinen mit einem Gewicht von $1\frac{1}{4}$ —1 kg für die Pferdestärke. Es darf hierbei aber nicht übersehen werden, daß derartige im Viertakt arbeitende Maschinen bis zu 2000 Umdrehungen in der Minute machen. Findet eine starke Verringerung der Umdrehungszahl statt, so sinkt die Kraftleistung der Maschine unverhältnismäßig rasch.

Fig. 261 und 262 zeigen das Beispiel eines vierzylindrigen *Mercedes-Motors* in der Stirn- und

Seitenansicht, wobei in ersterer die Kurbel abgenommen und der Kasten für das Steuerungsgetriebe geöffnet ist. An den Zylinder 1 schließen sich links und rechts die Gehäuse 2 und 3 für die Ein- und Auslaßventile an, die durch außerhalb der Gehäuse sitzende Federn 5, 6 in der Schlußstellung gehalten werden. Gesteuert werden die Ventile durch auf den Steuerwellen 7, 8 sitzende Nocken, deren Bewegung auf die Ventilspindeln 4 übertragen wird. Die Steuerwellen werden von der Kurbelwelle 9 unter Vermittelung eines Zahnradgerietes derart angetrieben, daß auf je zwei Umdrehungen der Kurbelwelle je eine der Steuerwelle kommt. Von diesem Zahnradgeriet

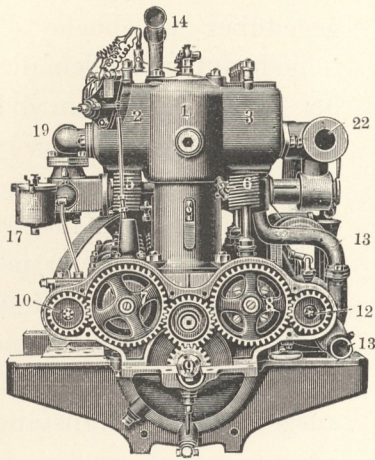


Fig. 261. Stirnseite; Kurbel abgenommen; Steuerungsgetriebekasten geöffnet.

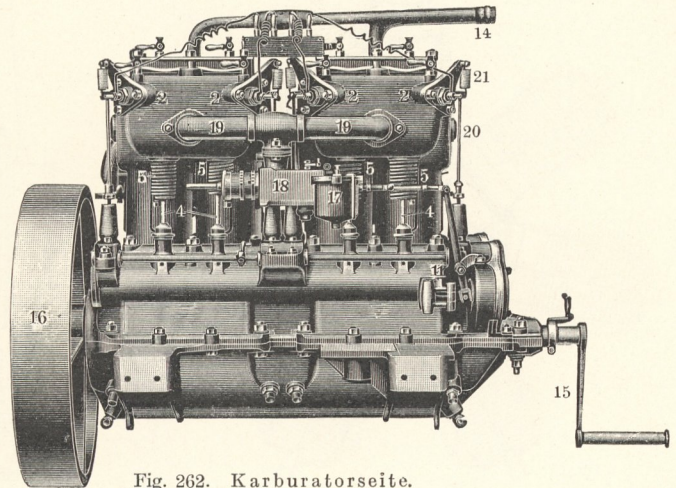


Fig. 262. Karburatorseite.

Fig. 261 und 262. Mercedes-Motor.

erhalten ferner noch das Zahnrad 10 zum Antriebe des Regulators 11 und das Zahnrad 12 zum Antriebe des Magnetankers und der Zirkulationspumpe für das Kühlwasser ihre Bewegung. Das Wasser, das von dem im vorderen Teil des Wagens angeordneten Kühler kommt, wird den Kühlmantelräumen durch die Leitung 13 zugeführt und verläßt sie durch die schwach ansteigende, zum Kühler zurückführende Leitung 14. Auf der Kurbelwelle 9 sitzen die Andrehkurbel 15 und das mit Ventilationsflügeln versehene Schwungrad 16. Zur Bildung des Ladungsgemisches sind das Karburatorschwimmergehäuse 17 und die Zerstäuber-kammer 18 bestimmt, von denen das Gemisch durch die Leitung 19 zu den Einlaßventilgehäusen 2 gelangt. Die Zündung des von dem zurückkehrenden Kolben komprimierten Gemisches besorgt die von dem Gestänge 20 angetriebene Zündvorrichtung 21. Nach der Arbeitsleistung gelangen die expandierten Verbrennungsgase durch das Auspuffrohr 22 ins Freie.

Eine Maschine, die in neuester Zeit wegen ihrer eigenartigen Steuerung großes Aufsehen erregt, ist die in Fig. 263 dargestellte *Knightmaschine*. Bei dieser berührt der Arbeitskolben 1 nicht die Zylinderwandungen, sondern zwischen beiden ist ein Ringraum gelassen, der von zwei Kolbenschiebern 2 und 3 ausgefüllt wird. Diese werden von einer sich mit der halben Umlaufzahl der Kurbelwelle drehenden Steuerwelle in eine auf und nieder gehende Bewegung versetzt. Überschleifen sich die Schlitze der Kolbenschieber vor der Öffnung 4, so findet bei niedergehendem Arbeitskolben ein Ansaugen der Ladung statt. Während des nun folgenden Verdichtungshubes und der Zündung befinden sich die Schlitze der Kolbenschieber außer dem Bereich der größten Hitze in dem oberen, von zwei Seiten (nämlich vom Zylinder und Deckel) gekühlten Teil der Maschine. Gegen Ende des Expansionshubes überschleifen sich die Schlitze der Schieber vor der Öffnung 5 und leiten den Auspuff ein. Beachtenswert ist weiter an dieser Maschine die geschlossene Form des

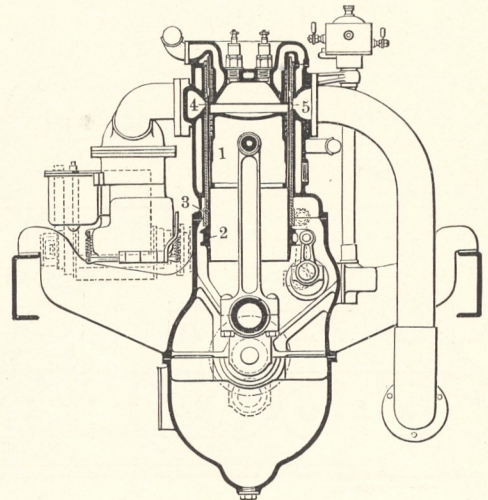


Fig. 263. Knightmaschine.

Zylinderraumes, der nur von glatten, bearbeiteten Flächen begrenzt wird. Wurden auch anfänglich Bedenken gegen diese Steuerung laut wegen des einseitigen Angriffes des Steuerungsgetriebes an den Schiebern sowie wegen der Fraglichkeit einer guten Schmierung und Kühlung, so müssen diese doch durch den praktisch erreichten Erfolg der Maschine als widerlegt angesehen werden.

Als Beispiel einer Maschine für Flugfahrzeuge sei schließlich in den Fig. 264 und 265 der *Gnôme-Motor* der Société des Moteurs Gnôme dargestellt, mit dem zahlreiche Flugzeuge ausgerüstet sind. Diese Maschine weist allen bisher beschriebenen gegenüber erhebliche Unterschiede auf, vor allem die, daß bei ihr die einzelnen Zylinder sternförmig um die Kurbelwelle angeordnet sind und sich um den feststehenden Kurbelzapfen drehen. Die Zylinder nehmen hier gleichzeitig die Stelle des Schwungrades ein. Eine der sieben von den Arbeitskolben 1 ausgehenden Schubstangen 2 ist mit einem großen Gabelkopf versehen, der unter Zwischenschaltung zweier Kugellager an dem Kurbelwellenzapfen 3 angreift. Die Köpfe der übrigen Stangen sind an dem großen Kopf mit einfachen Zapfen drehbar angelenkt. Das Ladungsgemisch tritt durch die feststehende hohle Kurbelwelle 4 in die Kurbelkammer 5 und aus dieser, wenn sich der Kolben vom Zylinderdeckel entfernt, durch das selbsttätige Einlaßventil 6 in das Zylinderinnere. Durch den zurückgehenden Kolben wird das Gemisch komprimiert und im Totpunkt entzündet. 7 ist die Zündleitung. Nach vollendeter Expansion öffnet sich das vom Gestänge 8 gesteuerte Auslaßventil 9 und entläßt die Gase ins Freie. Das Gewicht einer solchen Maschine von 34,2 Nutzpferdestärken bei 2354 minutlichen Umdrehungen beträgt 82 kg und der Brennstoffverbrauch für die Stundenpferdestärke 0,359 kg. Die Zylinder bestehen vollständig aus Nickelstahl und werden mit den Kühlrippen aus dem Vollen herausgearbeitet.

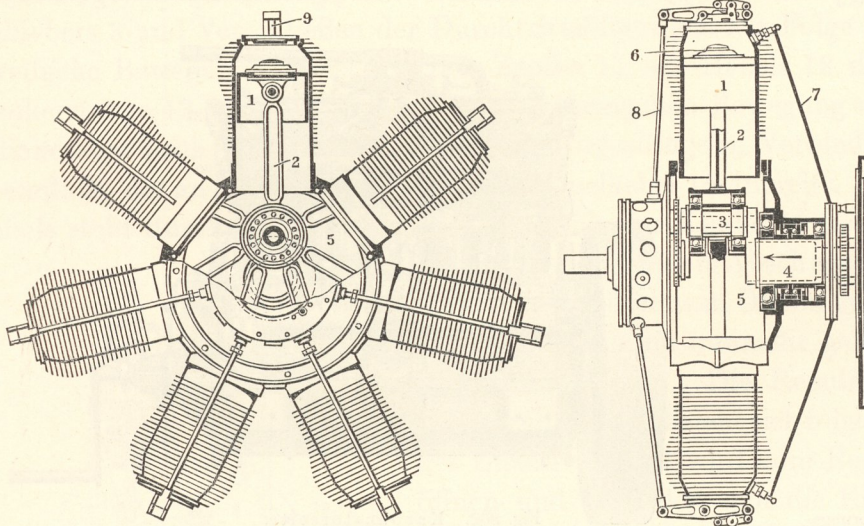


Fig. 264 und 265. Gnôme-Motor.

Das Ladungsgemisch tritt durch die feststehende hohle Kurbelwelle 4 in die Kurbelkammer 5 und aus dieser, wenn sich der Kolben vom Zylinderdeckel entfernt, durch das selbsttätige Einlaßventil 6 in das Zylinderinnere. Durch den zurückgehenden Kolben wird das Gemisch komprimiert und im Totpunkt entzündet. 7 ist die Zündleitung. Nach vollendeter Expansion öffnet sich das vom Gestänge 8 gesteuerte Auslaßventil 9 und entläßt die Gase ins Freie. Das Gewicht einer solchen Maschine von 34,2 Nutzpferdestärken bei 2354 minutlichen Umdrehungen beträgt 82 kg und der Brennstoffverbrauch für die Stundenpferdestärke 0,359 kg. Die Zylinder bestehen vollständig aus Nickelstahl und werden mit den Kühlrippen aus dem Vollen herausgearbeitet.

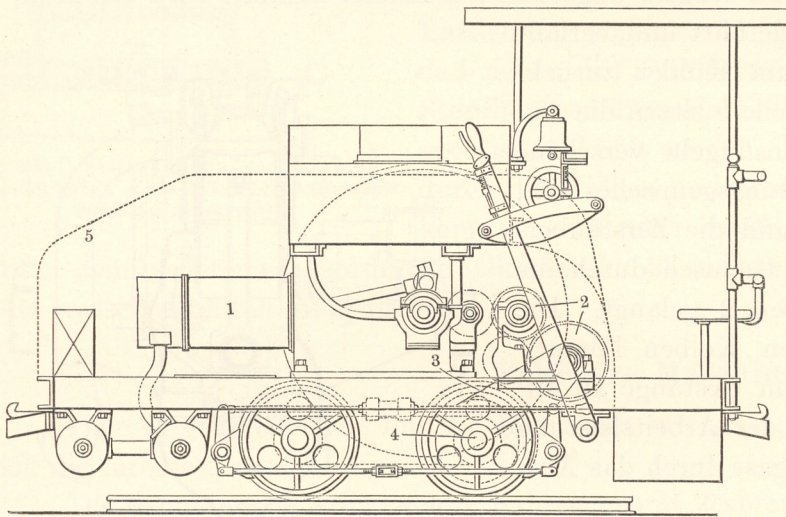


Fig. 266. Deutzer Gruben-Benzinlokomotive.

Als zu den Landfahrzeugen gehörig ist noch die *Motorlokomotive* zu erwähnen, die als Gruben-, Feld- und Waldbahn-, Rangier- und Straßenbahnlokomotive Verwendung findet. Sie wird für kleinere Leistungen, im allgemeinen nicht über 16 Nutzpferdestärken, gebaut und weist der Dampflokomotive gegenüber mancherlei Vorteile auf. So ist sie jederzeit betriebsfertig, benötigt nur einen Mann zu ihrer Bedienung und verbraucht während der Arbeitspausen keinen Brennstoff. Als solcher finden neben verdichtetem Leuchtgas, das in Vorratsgefäßen mitgeführt wird, vornehmlich Benzin, Benzol, Spiritus, aber auch Petroleum und Ergin Verwendung. Fig. 266 zeigt schematisch eine *Gruben-Benzinlokomotive* der Gasmotorenfabrik Deutz. Die liegend

angeordnete Maschine 1 überträgt ihre Bewegung durch ein Zahnrädergetriebe 2 und ein Kettenrädergetriebe 3 auf die Laufachse 4. Je nach den örtlichen Verhältnissen und dem Verwendungszweck wird das Triebwerk mit einer oder mehreren Übersetzungen ausgeführt, und es kann mit den entsprechenden Geschwindigkeiten sowohl vorwärts als auch rückwärts gefahren werden. Maschine und Triebwerk sind von dem punktiert angedeuteten Blechmantel 5 eingeschlossen.

Während die vorstehend beschriebenen fahrbaren Maschinen sämtlich zur Fortbewegung der Fahrzeuge dienen, bleiben bei den *Verbrennungslokomobilen* die Maschinen während des Betriebes an derselben Stelle und werden nur fortbewegt, wenn ihre Kraft an einer anderen Stelle ausgenutzt werden soll. Als Betriebsstoff finden vornehmlich flüssige Brennstoffe, wie Petroleum, Benzin, Spiritus, Verwendung. Das Schaubild einer solchen *Spirituslokomobile* der Oberurseler Motorenfabrik A.-G. zeigt Fig. 267. Die Maschine 1 ist stehend angeordnet, um die Kolbenstöße besser auffangen zu können. In dem über den Vorderrädern angeordneten liegenden Kessel 2 ist der Spiritusvorrat aufbewahrt, aus dem die Maschine selbsttätig den Spiritus mittels Pumpe entnimmt. Nach der Arbeitsleistung entweichen die Auspuffgase durch das Rohr 3 und den Auspufftopf 4 ins Freie. Um den Kühlwasserverbrauch gering zu erhalten, besteht Zirkulationskühlung. In dem unteren Raum des hohen viereckigen Kühlwasserturmes 5 (s. auch Fig. 240) befindet sich das abgekühlte Wasser, das durch eine Pumpe in den doppelwandigen Zylindermantel zur Kühlung gedrückt und dann oben in den Turm befördert wird, in dem es über Verteiler herunterfällt, während ein kräftiger Luftstrom durch einen Ventilator nach oben geblasen wird, der das Wasser durch teilweise Verdunstung kühlt, worauf es sich unten zur wiederholten Verwendung wieder sammelt. Auf dem Wagen selbst ist ein Vorgelege angeordnet, so daß die Maschine stets zum Treiben einer Arbeitsmaschine fertig ist.

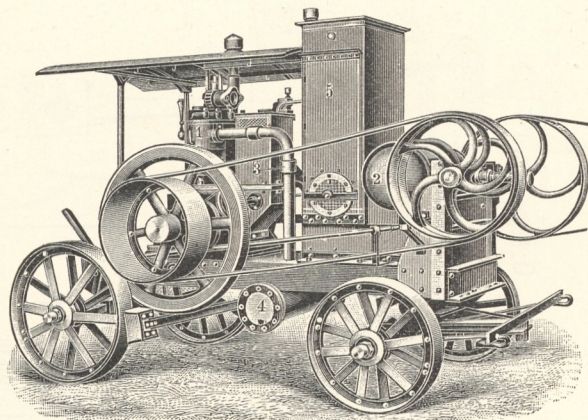


Fig. 267. Spirituslokomobile.

II. Die Zweitaktmaschinen.

Die Entwicklung der Zweitaktmaschine setzte bald nach dem Auftauchen und den Erfolgen der ersten Viertaktmaschinen ein, geriet dann aber ins Stocken, als das Deutzer Viertaktpatent vernichtet und der Viertakt frei war. Wie bei den Viertakt-Großgasmaschinen näher auseinandergesetzt ist, zeigten sich beim Bau einfachwirkender Viertaktmaschinen größerer Leistungen Übelstände, die, namentlich als ein Bedürfnis für Gasmaschinen größerer Leistung vorlag, die Aufmerksamkeit wieder auf den Zweitakt lenkten, fanden doch bei diesem in der gleichen Zeit doppelt soviel Arbeitshübe statt wie beim Viertakt und konnten infolgedessen bei gleichen Leistungen Zylinder- und Gestängeabmessungen kleiner gehalten werden. Hinsichtlich des Raumbedarfes, des Gewichtes und der Gleichmäßigkeit des Ganges ist die Zweitaktmaschine der Viertaktmaschine überlegen, aber auch in wirtschaftlicher Hinsicht steht sie ihr kaum noch nach.

1. Ortfeste Maschinen.

Als Beispiel einer liegenden Maschine sei die im Jahre 1894 entstandene und für kleinere Leistungen bestimmte *Béniermaschine* genannt. Fig. 268 zeigt einen Längsschnitt durch die Maschine und Fig. 269 einen Grundriß im teilweisen Schnitt. Äußerlich unterscheidet sich diese Maschine von den Viertaktmaschinen durch das Vorhandensein der Ladepumpen und durch das Fehlen des Auspuffventils und der sich längs der Maschine erstreckenden Steuerwelle. Der im Arbeitszylinder gleitende Kolben 1 überträgt durch die Schubstange die Kraft auf die doppelt gelagerte Kurbelwelle 2, welche die Nockenscheibe 3 für das Einlaßventil des Arbeitszylinders, den

Steuerungsantrieb 4 für die Ladepumpen, das Schwungrad 5 und die Kurbel 6 für die Ladepumpen trägt. Die Ladepumpe besitzt einen stufenförmig ausgebildeten Zylinder 7 und einen dementsprechenden Kolben 8. Der kleinere Teil 9 des Zylinders ist für die Verdichtung des Gases und der Ringraum 10 für die Verdichtung der Luft bestimmt. Beide Pumpen werden von einem gemeinsamen Rohrschieber 11 gesteuert. Als Treibmittel dient bei dieser Maschine Mischgas, das dem Schieberkasten 12 der Ladepumpe durch eine von oben kommende (in der Figur nicht sichtbare) Leitung zugeführt wird. Die Luft wird von der Pumpe 10 aus dem hohlen Gestellfuß entnommen. Der Steuerungsantrieb des Einlaßventils 13 erfolgt von dem Nocken 3 aus, gegen den sich die an dem einen Ende eines um 14 schwingbaren Doppelhebels angeordnete Rolle 15 legt. Das andere Ende des Doppelhebels steht durch die Stange 16 mit einem Hebel 17 in Verbindung, auf dessen Achse fest ein Hebel 18 sitzt, der sich gegen die Spindel des Ventils 13 legt. Die Regelung der Maschine erfolgt durch einen Regulator 22, der auf eine in der Gasleitung angeordnete Drosselklappe einwirkt. Zum Zweck der Kühlung wird dem Zylinderkopf durch die Leitung 19 Kühlwasser zugeführt, das oben durch den Teil 20 in den Zylindermantel überströmt. Abgeleitet wird das Kühlwasser schließlich durch die Leitung 21. Die Wirkungsweise der Maschine ist folgende.

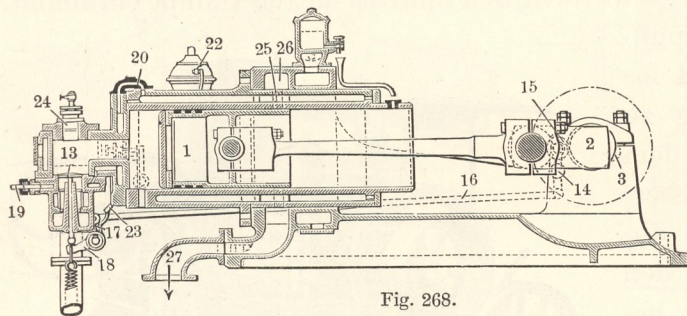


Fig. 268.

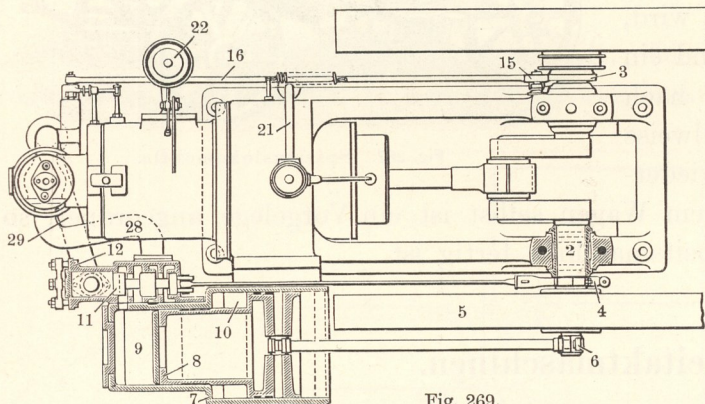


Fig. 269.

Fig. 268 und 269. Bénériermaschine.

Drosselklappe einwirkt. Zum Zweck der Kühlung wird dem Zylinderkopf durch die Leitung 19 Kühlwasser zugeführt, das oben durch den Teil 20 in den Zylindermantel überströmt. Abgeleitet wird das Kühlwasser schließlich durch die Leitung 21. Die Wirkungsweise der Maschine ist folgende. Der vom Steuerhebel beeinflusste Unterbrecher 23 bewirkt, wenn sich der Kolben in der inneren Totpunktlage befindet, mittels des Zünders 24 die Entzündung der komprimierten Ladung. Die expandierenden Verbrennungsgase treiben den Kolben vorwärts, bis er die strahlenförmig am Zylinderumfang verteilten Ausströmschlitze 25 überschleift, durch die sie in den Ringraum 26 und in die Auspuffleitung 27 entweichen. Unterstützt wird dieses durch die von der Pumpe 10 durch das Rohr 28 zugeführte Luft, welche die Abgasreste austreibt. Im Anschluß an die Luft wird

auch dem durch die Leitung 29 zuströmenden Gas der Zutritt zu dem Zylinder gestattet. Während des Rückganges des Kolbens findet zunächst noch ein Austreiben der Verbrennungsprodukte statt und hierauf eine Verdichtung des Zylinderinhalts, bis wieder eine Zündung eintritt usw.

Zur Verdichtung der Luft dient entweder, wie im vorstehenden Beispiel, eine besondere Pumpe, oder es wird der vordere Teil des Arbeitszylinders als Pumpe ausgebildet, oder schließlich das Kurbelgetriebe vollständig eingekapselt und der hierdurch entstehende geschlossene Raum als Arbeitsraum für die Pumpe benutzt.

Ein Beispiel letztgenannter Art ist die in Fig. 270 veranschaulichte, von der Solos Motoren-gesellschaft m. b. H. in Wiesbaden gebaute Maschine (*Söhnlein-Motor*), die vornehmlich für flüssige Brennstoffe, Leicht- und Schwerbenzin, Benzol usw. bestimmt ist, aber auch mit Leuchtgas betrieben werden kann. Bemerkenswert ist an dieser Maschine, daß das Ein- und Auslassen der Gase unter Vermeidung jeglicher Ventile durch den Arbeitskolben und das Kurbelgetriebe bewirkt wird. Nicht nur geschieht diese Steuerung durch die kräftigsten Teile der Maschine, sie hat auch noch den weiteren Vorteil, daß sie ein für allemal richtig eingestellt ist und nicht aus der Ordnung kommen kann. Durch den Emporgang des Arbeitskolbens entsteht in dem gasdicht umschlossenen Kurbelgehäuse ein Unterdruck, der zur Folge hat, daß sich das Ventil 1 öffnet und durch die Öffnung 15 und das Brennstoffventil 13 Luft und Gas angesaugt werden. 14 ist der Anschlußstutzen für die

Brennstoffleitung. Je nach der Einstellung des Brennstoffventils bildet sich in der Kammer 2 ein mehr oder weniger reiches Gemisch. Erreicht der Kolben seine obere Totpunktlage, so wird der Lufteintrittsschlitz 5 freigelegt, und es strömt nun von außen Luft in die unter Unterdruck stehende Kurbelkammer. Beim Abwärtsgang wird der Inhalt der Kurbelkammer schwach verdichtet und zum Teil in den Luftkanal 4 gedrückt. Gegen Ende dieses Hubes legt der Kolben die Auspuffschlitze 8 frei, durch welche die expandierten Gase in das Auspuffrohr 9 entweichen. Auf der gegenüberliegenden Seite des Zylinders öffnet kurz nachher die Kolbenoberkante den Eintrittsschlitz 6, so daß die in der Kurbelkammer verdichtete Luft sowie das Brennstoffgemisch übertreten können. Damit das frisch zuströmende Gemisch nicht von den auspuffenden Gasen mitgerissen wird, befindet sich auf dem Kolben eine Prallplatte oder Brücke 7, welche die neue Ladung nach dem Verbrennungsraum und in die Gegend der Zündung leitet. Der nach oben gehende Kolben schließt zunächst den Gaseinlaßkanal 6 und dann den Auspuffschlitz 8, worauf das im Zylinder eingeschlossene Gemisch hoch verdichtet und in der Nähe des inneren Totpunktes mittels eines elektrischen Funkens durch den bei 10 angeordneten Zünder entzündet wird. Die hochgespannten Verbrennungsgase treiben den Kolben arbeitleistend wieder nach unten, der am Ende seines Hubes den Auslaßkanal überschleift, hierbei die Gase ins Freie entweichen und durch den sich öffnenden Eintrittskanal 6 die frische Ladung eintreten läßt, worauf sich die Vorgänge in der beschriebenen Reihenfolge wiederholen. Die Regulierung geschieht einerseits durch das von Hand einstellbare Brennstoffventil, andererseits durch den von einem Zentrifugalregulator beeinflussten Hahn 3. Zur Kühlung ist der Zylinder von einem Wassermantel umgeben, an den sich unten die Wasserzulußleitung 11 und oben die Wasserabflußleitung 12 anschließt. Geölt wird die Maschine durch einen selbsttätigen, aus der Zeichnung nicht ersichtlichen Zentralschmierapparat.

Großgasmaschinen. Hier sind zunächst die *Zweitaktmaschinen von Öchelhäuser* zu nennen. Von diesen wurde die erste, bei 125—135 minutlichen Umdrehungen

eine Leistung von 300 PS entwickelnde, im Jahre 1898 auf dem Hüttenwerk Hörde in Westfalen mit Hochofengas in Betrieb gesetzt. Fig. 271 gibt eine schematische Skizze dieser Maschine. Im Arbeitszylinder 1 bewegen sich zwei Kolben 2 und 3 derart, daß sie sich entweder einander nähern oder voneinander entfernen, also niemals in derselben Richtung laufen. Dieses wird durch eine dreifach gekröpfte Kurbelwelle 4 erreicht, deren mittlere Kurbel gegen die beiden äußeren um 180° versetzt ist. Die mittlere Kurbel ist mit dem Kolben 2 durch eine Schubstange 5 verbunden; die beiden äußeren wirken durch Schubstangen 6 auf Gleitfüße 7, von denen Stangen 8 zu einer Traverse 9 führen, die ihrerseits sowohl mit dem zweiten Kolben 3 als auch mit einem dritten 10 in Verbindung steht. Der letztgenannte Kolben gehört zu einer doppelwirkenden Verdichtungspumpe, deren eine Seite Gas, die andere Luft in zwei gesonderte, unterhalb der Maschine befindliche, in der Skizze aber nicht dargestellte Behälter drückt. Ferner ist der Zylinder 1 mit Schlitz 11, 12, 13 versehen. Die Wirkungsweise der Maschine ist folgende. Stehen die beiden Kolben 2 und 3 einander am nächsten, also in der inneren Totpunktstellung, so befindet sich

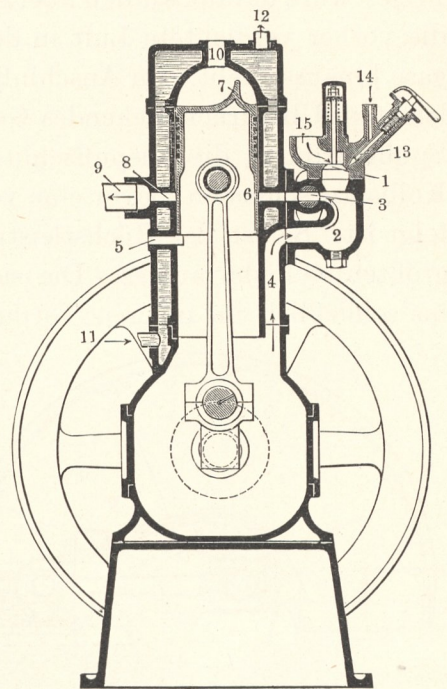


Fig. 270. Söhnlein-Motor.

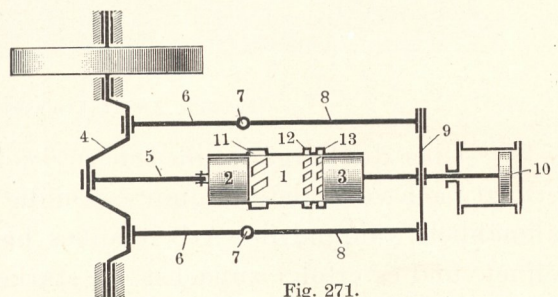


Fig. 271.

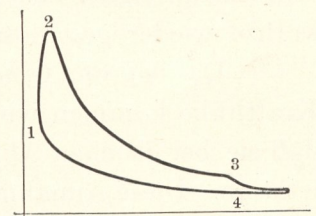


Fig. 272.

Fig. 271 und 272. Wirkungsweise der Öchelhäusermaschine.

zwischen ihnen die verdichtete Ladung, die nach ihrer elektrisch erfolgten Entzündung die Kolben auseinandertreibt und hierbei Kraft auf die Kurbelwelle überträgt. Nähern sich die beiden Kolben ihrer äußeren Totpunktlage, in der sie am weitesten voneinander entfernt sind, so überschleift der Kolben 2 die Schlitze 11, und die noch hochgespannten Verbrennungsgase entweichen ins Freie. Kurz darauf werden aber auch die Schlitze 12 von dem Kolben 3 freigelegt, so daß nunmehr die vorher verdichtete Luft in den Zylinder tritt und die noch darin befindlichen Verbrennungsgase hinauschiebt. Im Anschluß hieran öffnet der Kolben 3 noch die Schlitze 13, durch die unter leichtem Überdruck stehendes Gas in den Zylinder strömt. Um zu verhindern, daß dieses mit der Spülluft durch die Auspuffschlitze entweicht, werden diese Schlitze durch die zurückkehrenden Kolben geschlossen, bevor eine vollständige Auffüllung des Zylinders mit frischem Gasgemisch erfolgt ist. Selbst bei Höchstleistung beträgt das eingelassene Gemischvolumen nur 75 Proz. des größten Zylinderraumes. Die sich einander nähernden Kolben verdichten das Ladungsgemisch, bis schließlich im inneren Totpunkt die Zündung erfolgt und sich das Spiel wiederholt.

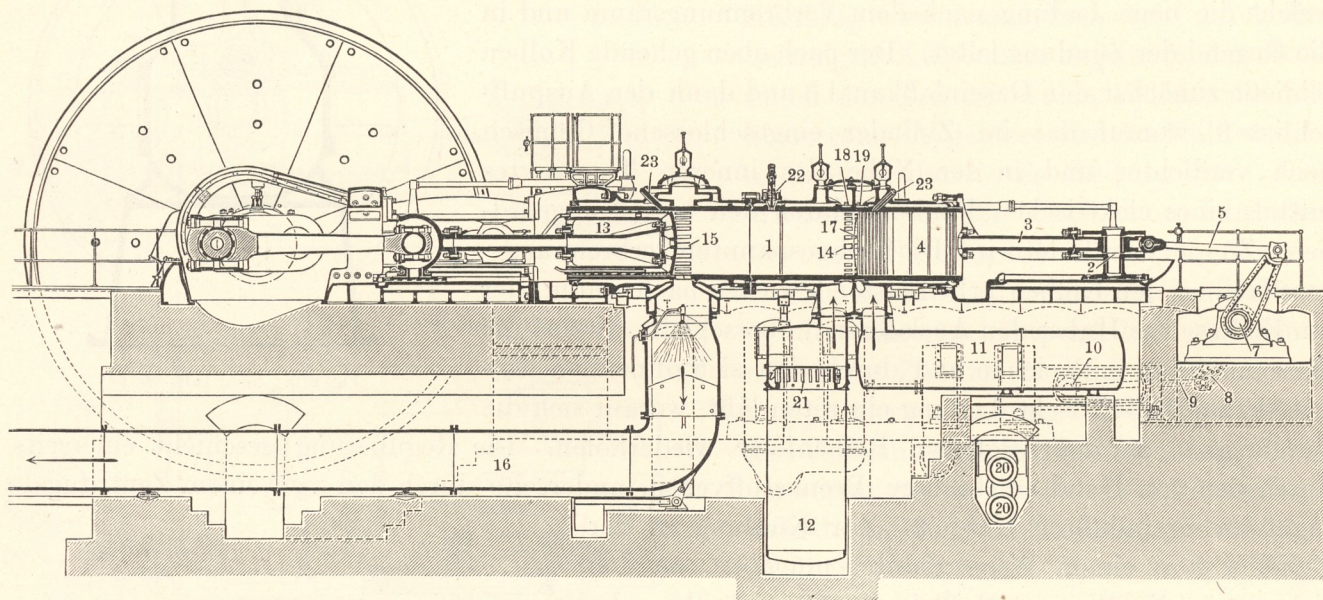


Fig. 273. Zweitaktmaschine Öchelhäuser von 1500 PS Nennleistung.

Über die Vorgänge im Innern des Zylinders gibt das Diagramm (Fig. 272) Aufschluß. Bei 1 erfolgt nach vollendeter Kompression die Zündung. Der Druck steigt plötzlich bis auf 2, um dann allmählich während des Arbeitshubes bis auf 3 zu sinken. Hier werden die Auspuffschlitze geöffnet, und es erfolgt zunächst ein starker Druckabfall, an den sich das Ausspülen des Zylinders und Einführen der neuen Ladung bis zum Punkt 4 anschließt. An dieser Stelle sind die drei Schlitzkränze wieder geschlossen, worauf die Kompression des Gemisches bis zum Punkt 1 einsetzt.

Da bei der *Öchelhäusermaschine* auf zwei Umdrehungen der Kurbelwelle doppelt soviel Krafthübe kommen wie bei der einfachen Viertaktmaschine, könnte leicht angenommen werden, daß sie bei gleichen Abmessungen und sonstigen gleichen Verhältnissen doppelt soviel leistet wie letztere. Diese Annahme ist aber irrig. Zunächst beträgt die Füllung der *Öchelhäusermaschine* nicht mehr als 75 Proz. des Zylindervolumens; ferner haben die schwere Kurbelwelle, das verdreifachte Gestänge sowie namentlich auch der Betrieb der Verdichtungspumpen nicht nur Reibungs-, sondern auch Arbeitsverluste zur Folge. Alles in allem ist häufig die Leistung einer *Öchelhäusermaschine*, verglichen mit der einer gleichgroßen Viertaktmaschine, nur unerheblich größer als diese. Dafür hat aber die *Öchelhäusermaschine* wieder andere Vorteile, z. B. die größere Gleichmäßigkeit des Ganges sowie die bedeutend einfachere Steuerung.

Den Gesamtaufbau einer von der Firma A. Borsig in Berlin-Tegel ausgeführten *Öchelhäusermaschine* läßt der Längsschnitt Fig. 273 erkennen. Bei dieser Ausführungsform liegen die Pumpen zur Verdichtung des Gases und der Luft nicht in einer Richtung mit dem Arbeitszylinder 1, sondern seitlich von ihm, und zwar unter Flur. Das aus der Figur nicht ersichtliche, zu beiden

Seiten des Arbeitszylinders vorgesehene Gestänge überträgt seine ihm von der Kurbelwelle erteilte Bewegung durch den Gleitschuh 2 und die Kolbenstange 3 auf den hinteren Kolben 4. Andererseits ist der Gleitschuh aber noch durch die Schubstange 5 mit dem schwingbaren Hebel 6 verbunden, dessen Drehachse 7 nach hinten verlängert ist und dort einen Hebel 8 trägt, der durch die Schubstange 9 und den Kreuzkopf 10 die Bewegung auf die in Tandemanordnung hintereinandergelegten Pumpenzylinder für Gas und Luft überträgt. Diese Pumpen fördern das Gas und die Luft in zwei unmittelbar unter der Maschine angeordnete Behälter 11, 12. Bei der gezeichneten äußeren Totpunktstellung der Kolben 13 und 4 treibt die aus dem Behälter 12 durch die Schlitze 14 in den Zylinder eintretende verdichtete Luft die Reste der Verbrennungsgase durch die Schlitze 15 in die Auspuffleitung 16. Gleichzeitig tritt aber auch schon durch die Schlitze 17 frisches Gas in den Zylinder. Die Wirkungsweise der Maschine ist bereits oben ausführlich erläutert, so daß sich ein nochmaliges Eingehen darauf erübrigt. Zum Zwecke der Regelung ist der Zylinder bei den Eintrittsschlitzen 14 und 17 für die Luft und das Gas von drehbaren Deckringen 18, 19 umgeben, die mit entsprechenden Schlitzen versehen sind. Kommen die Schlitze der Deckringe und des Zylinders einander gegenüber zu stehen, so findet ein freies Durchströmen des Gases bzw. der Luft statt. Soll geregelt werden, so wird der Deckring der Lufteinlaßkanäle von Hand verdreht, wodurch die Zusammensetzung des Gemisches verändert wird. Bei Schwankungen in der Umdrehungszahl der Maschine wird der Deckring 19 für die Gaseinströmschlitze 17 vom Regler verstellt. Außerdem wirkt der Regler noch auf zwei aus der Zeichnung nicht ersichtliche Gas- und Luftrückströmventile. Diese sind in Rückströmleitungen 20 eingeschaltet, die von jedem Sammelbehälter zu der Saugleitung der den Behälter speisenden Pumpe führen. Sinkt die Belastung der Maschine, so werden die Ventile von dem Regler geöffnet, und es tritt ein Teil des verdichteten Gases und der verdichteten Luft in die Saugleitung zurück. Geregelt wird also sowohl durch Änderung des Mischungsverhältnisses als auch durch Änderung der Menge des eingeführten Gemisches. Zur Erzielung einer möglichst Trennung der Spülluft von der Gemischluft, um zu große Verdünnung des Gemisches zu vermeiden, ist der von einem Exzenterantrieb gesteuerte Kanaldeckring 21 bestimmt. 22 ist das Anlaßventil, und bei 23 findet die Kolbensmierung statt. Zur Kühlung wird noch bemerkt, daß außer der üblichen Zylinder- und Kolbenkühlung eine Abkühlung der Auspuffgase durch Einspritzen von Wasser vorgesehen ist.

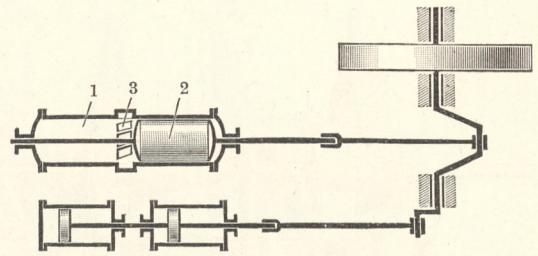


Fig. 274. Schema der doppeltwirkenden Zweitaktmaschine.

Ist auch der Gang der Öchelhäusermaschine gleichmäßiger als der der einfachwirkenden Viertaktmaschine, so findet doch auch bei ihr nur während der Hälfte jeder Kurbelumdrehung eine Kraftäußerung auf den Kolben statt. Auch diese letzte Ungleichmäßigkeit wird vermieden durch die *doppeltwirkende Zweitaktmaschine*, die in Fig. 274 schematisch veranschaulicht ist. Wenn diese auch der Öchelhäusermaschine gegenüber wesentliche Unterschiede aufweist — sie hat beispielsweise keine Einlaßschlitze, sondern Einlaßventile, die oben auf dem Zylinder sitzen und daher in der Figur nicht sichtbar sind; ferner fehlt bei ihr das Umführungsgestänge —, so ist doch die Wirkungsweise auf jeder Seite des Kolbens die gleiche wie bei der Öchelhäusermaschine. Wie bei dieser sind außer dem Arbeitszylinder 1 noch zwei doppeltwirkende Pumpenzylinder vorgesehen, von denen einer zur Verdichtung des Gases, der andere zur Verdichtung der Luft dient. In der gezeichneten Stellung befindet sich der Arbeitskolben 2 in der rechten Totpunkt-lage. Er ist annähernd halb so lang wie der Arbeitszylinder, so daß er erst kurz vor Erreichung der Totpunkt-lage die Auspuffschlitze 3 freigibt. Nachdem dieses geschehen ist, und nachdem die wenn auch bereits entspannten, so doch immer noch einen beträchtlichen Überdruck besitzenden Gase ins Freie entwichen sind, öffnet sich das oben auf dem Zylinder sitzende Einlaßventil, durch das zunächst Spülluft in den Zylinder strömt und die Auspuffgase austreibt. Gleich hinter der Spülluft strömt durch dasselbe Ventil die frische Ladung ein. Das auf der anderen Seite des Kolbens befindliche

Ladungsgemisch wird nunmehr entzündet und treibt den Kolben nach links, hierbei Arbeit leistend, gleichzeitig aber auch die frische Ladung komprimierend. Ein genaueres Eingehen auf den Lade- und Regelungsvorgang dieser Maschine ist überflüssig, da er bereits eingehend in dem Abschnitt Steuerungen (Fig. 228) besprochen ist. Bemerket sei hier nur noch, daß bei dieser Maschine wie bei der Öchelhäusermaschine die Verdichtung der neuen Ladung nicht etwa in den Ladepumpen, sondern genau so wie bei der Viertaktmaschine vor der Zündung in dem eigentlichen Kraftzylinder stattfindet. Die Leistung der Maschine beträgt nicht etwa das Vierfache einer einfachwirkenden Viertaktmaschine gleicher Abmessungen; denn einerseits vollzieht sich das Laden nicht so vollkommen wie bei der Viertaktmaschine, andererseits tragen die durch das schwerere Gestänge — es sei nur auf den an sich schon schweren Kolben, der innen mit Wasserkühlung versehen ist, hingewiesen — und durch die Ladepumpen hervorgerufenen Reibungs- und sonstigen Verluste dazu bei, die Nutzleistung zu verringern.

Das Schaubild einer solchen Maschine, Bauart Körting, zeigt Fig. 275. Auf beiden Enden des Arbeitszylinders sitzen die Einlaßventile 1, deren Antriebsgestänge hinter der Maschine liegt. Die in der Mitte des Zylinders befindliche Ausbauchung 2 nimmt den zur Ableitung der Auspuffgase dienenden Kanal auf. 3 ist die Abflußleitung für das Kühlwasser. Neben der Maschine befinden sich

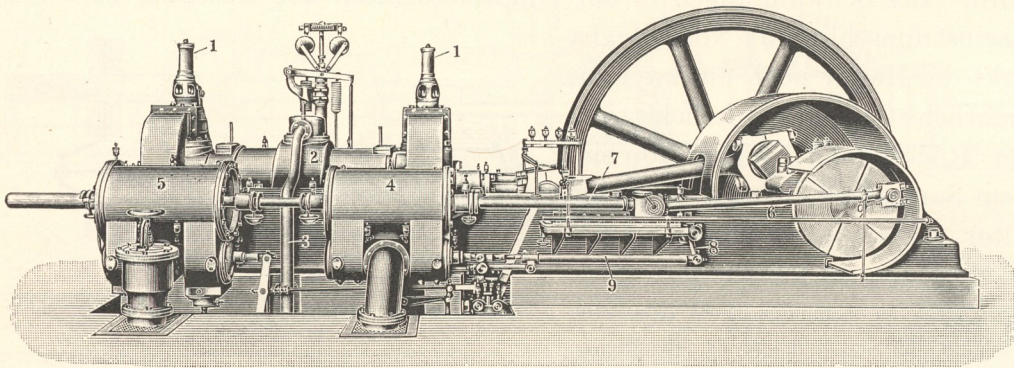


Fig. 275. Körtings Zweitaktmaschine (Nennleistung 500 PS bei 125 Umdrehungen).

die Verdichtungs-
pumpen 4, 5 für
Gas und Luft, deren
Antrieb durch ein
besonderes Schub-
kurbelgetriebe 6, 7
erfolgt. Bemerkens-
wert ist, daß die
Steuerschieber (siehe
Fig. 228) für die
Pumpen nicht neben,
sondern unter den
Zylindern liegen. Ihr Antrieb erfolgt durch ein Exzentergetriebe, dessen Bewegung durch den Doppelhebel 8 und die Lenkerstange 9 auf die Schieber übertragen wird.

2. Fahrbare Maschinen.

Nach den bisherigen Ausführungen könnte es scheinen, als würden die Zweitaktmaschinen nur für größere Leistungen gebaut, während für kleinere Leistungen der Viertakt siegreich das Feld behauptete. Aber man strebt auch für die kleinen Automobil- und Bootsmaschinen danach, den Zweitakt einzuführen, allerdings aus anderen Gründen. Bekanntlich besitzen diese kleinen Maschinen sehr hohe Umdrehungszahlen, und es ist in konstruktiver Hinsicht ein Vorteil, wenn Ein- und Auslaßventile, zu deren Antrieb bisher ein besonderes Steuergestänge vorgesehen sein mußte, in Fortfall kommen und dafür lediglich vom Kolben gesteuerte Ein- und Ausströmschlitz angeordnet werden. Allerdings stehen diesen Vorteilen auch Nachteile gegenüber. So ist es beispielsweise schwer, bei geöffnetem Ausströmschlitz das Laden so vorzunehmen, daß kein Brennstoff verloren geht.

Eine derartige kleine Maschine ist die in Fig. 276 schematisch dargestellte, für Fahrräder und Motorwagen bestimmte der Grade-Motorwerke in Magdeburg. Wenn sich der Kolben 1 infolge der lebendigen Kraft in die Höhe bewegt, entsteht in dem Kurbelraum 2 ein luftverdünnter Raum, was ein Öffnen des Ansaugventils 3 und Eintreten von frischer Luft und Brennstoff zur Folge hat. Gleichzeitig findet in dem Raum oberhalb des Kolbens eine Kompression des vorher eingetretenen Gemisches statt, das nahe der oberen Totpunktlage gezündet wird, worauf der Kolben wieder nach unten getrieben wird. Vor Erreichung der unteren Totpunktlage öffnet er den Auspuffkanal 4, so daß ein Spannungsausgleich zwischen dem mit hochgespannten Verbrennungsgasen

gefüllten Zylinderinnenraum und der freien Atmosphäre stattfindet und die schwach komprimierte neue Ladung durch den sich ein klein wenig später öffnenden Eintrittskanal 5 eintreten kann. Damit sie nicht gleich wieder auf der anderen Seite durch den Auspuffkanal 4 hinauschießt, ist in bekannter Weise am Kolben die Leitschaufel oder Brücke 6 angeordnet. Die Ansicht eines solchen für einen Motorwagen bestimmten *Grademotors* zeigt Fig. 277. Die Maschine ruht auf dem Rahmen 1, der fest mit dem Wagengestell verschraubt wird. 2, 3, 4 ist die Vergaseranlage. Dem den Schwimmer enthaltenden Gehäuse wird bei 5 der Brennstoff zugeführt. Zwischen dem Schwimmergehäuse 2 und dem Verdampfer 4 ist die Regulierspindel 3 eingeschaltet, durch deren Verstellen mittels des Hebels 6 der Fahrer den Benzinzufluß zum Verdampfer und damit innerhalb weiter Grenzen die Leistung und Geschwindigkeit der Maschine regeln kann. 8 ist die Zündvorrichtung und 9 die Zirkulationspumpe für das Kühlwasser. An den Stützen 7 schließt sich das Auspuffrohr an.

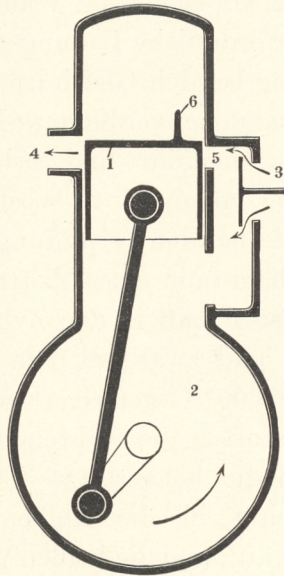


Fig. 276. Schnitt.

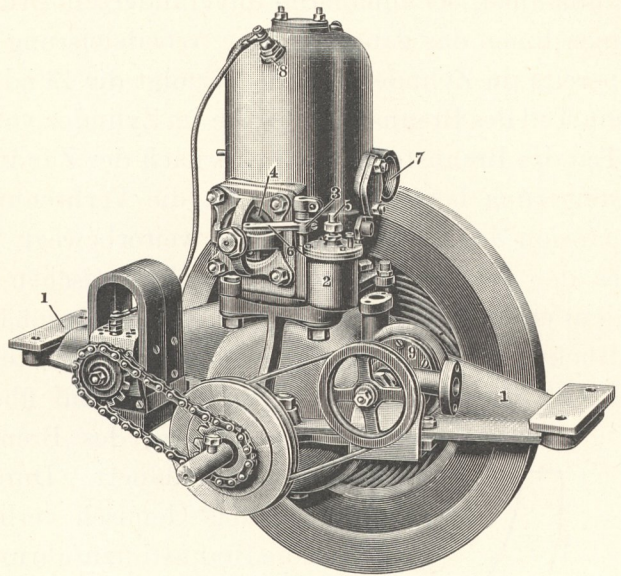


Fig. 277. Ansicht.

Fig. 276 und 277. Grademotor.

8 ist die Zündvorrichtung und 9 die Zirkulationspumpe für das Kühlwasser. An den Stützen 7 schließt sich das Auspuffrohr an.

Schließlich sei noch auf den in Fig. 278 und 279 dargestellten *Rohölmotor* der Firma Maschinenbau-Aktiengesellschaft vorm. Ph. Swiderski in Leipzig-Plagwitz verwiesen, der besonders für die billigsten Treiböle, wie Rohöl, Gelböl, Solaröl, gewöhnliches Petroleum usw., bestimmt ist. Die Wirkungsweise dieser Maschine erinnert etwas an die des später beschriebenen Dieselmotors. Auch bei ihr verdichtet der emporgelassene Kolben nicht ein Brennstoffluftgemisch, sondern lediglich Luft, wobei er gleichzeitig auf seiner anderen Seite durch das Ventil 1 frische Luft in die Kurbelkammer 2 ansaugt. In der Nähe des oberen Totpunktes wird zwangsläufig von einer durch die senkrecht stehende Reglerwelle angetriebenen Brennstoffpumpe 3 durch die Düse 4 etwas Brennstoff gegen den rotglühend gehaltenen Glühkopf 5 gespritzt, worauf eine Verpuffung erfolgt, die den Kolben wieder nach unten treibt. Vor Erreichung der unteren Totpunkt lage öffnet der niedergehende Kolben den Auspuffschlitz 6, so daß die Verbrennungsgase ins Freie entweichen können, was durch die durch den Kanal 7 aus der Kurbelkammer zuströmende verdichtete Luft unterstützt wird. Zwecks Regelung der Maschine wird der Hub der Brennstoffpumpe durch den Regler 8 verändert. Eine besondere Zündvorrichtung ist bei dieser Maschine überflüssig; indessen ist es notwendig, den Glühkopf vor der Inbetriebsetzung anzuwärmen. Eine Umkehrung der Umlaufrichtung könnte in einfachster Weise durch Änderung des Zeitpunktes der Brennstoffeinspritzung vorgenommen werden.

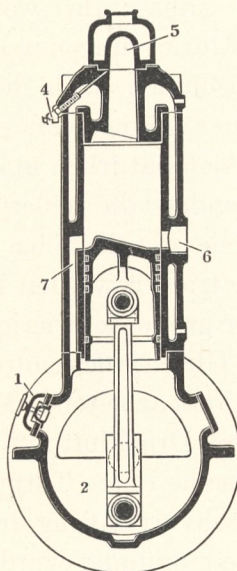


Fig. 278.

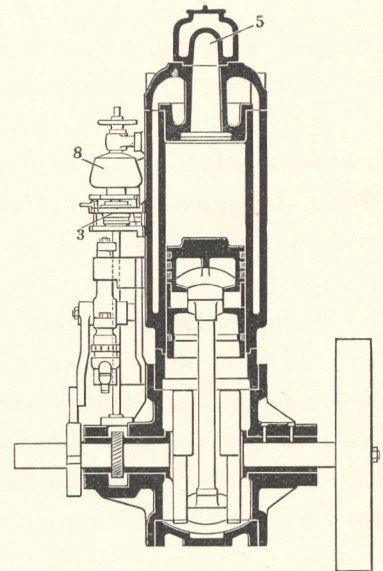


Fig. 279.

Fig. 278 und 279. Rohölmotor von Swiderski.