



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000294753





I 16235/91.

# Die Kleinmotoren

und die

Kraftübertragung von einer Centralen.



x  
2601



# Die Kleinmotoren

und die

## Kraftübertragung von einer Centralen,

ihre wirthschaftliche Bedeutung für das Kleingewerbe,  
ihre Konstruktion und Kosten.

Für Gewerbetreibende jeder Art, Landwirthe, Bau- und Maschinen-Techniker, Studierende u. s. w.  
allgemein verständlich dargestellt

von

**E. Clausen,**

Königlicher Regierungsbaumeister.

—•— Mit 76 Abbildungen im Text und 1 Tafel. —•—

Motto:

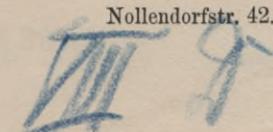
„Geben wir dem Kleinmeister Elementarkraft zu ebenso billigem Preise, wie dem Kapital die grosse mächtige Dampfmaschine zu Gebote steht, und wir erhalten diese wichtige Gesellschaftsklasse, wir stärken sie, wo sie glücklicherweise noch besteht, wir bringen sie wieder auf, wo sie bereits im Verschwinden ist.“

Geheimer Regierungsrath Prof. F. Reuleaux.  
(Die Maschine in der Arbeiterfrage).

Berlin 1891.

Verlag von Georg Siemens

Nollendorfstr. 42.



2.601<sup>x</sup>

II 5375



Akc. Nr. 5088/50

# Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Wirtschaftliche Bedeutung der Kleinmotoren . . . . .	1
Eintheilung der Kleinmotoren . . . . .	13
Der Mensch als Motor . . . . .	20
Kleinmotoren, deren Wirkungsweise auf der chemischen Verwandtschaft (Affinität) beruht:	
A) Gasmotoren . . . . .	23
B) Petroleum- und Benzinmotoren . . . . .	64
Kleinmotoren, deren Kraftquelle die Wärme ist:	
A) Heissluftmaschinen . . . . .	81
B) Dampfmaschinen . . . . .	95
Kleinmotoren für die Kraftübertragung von einer Centralen:	
A) für Kraftleitung durch gepresstes Wasser . . . . .	104
B) für Kraftleitung durch gepresste Luft . . . . .	113
C) für Kraftleitung durch Elektrizität . . . . .	117
Kurzer Vergleich der verschiedenen Kleinmotoren und Kraftübertragungs- systeme untereinander und mit der grossen Dampfmaschine . . . . .	129
Einiges über die Beschaffung eines Kleinmotors . . . . .	135
Ueber ein neues Wohn- und Werkstättengebäude für Kleinindustrielle	136
Uebersichtliche Zusammenstellung der Preise, Dimensionen etc. der Kleinmotoren . . . . .	141
Alphabetisches Sachregister . . . . .	155



# Vorwort.

Am 23. September und 25. November 1890 habe ich vor Vereinsgenossen im Verein deutscher Maschinen-Ingenieure zu Berlin zwei Vorträge „Ueber die Motoren für die Kleinindustrie“ gehalten (vergl. die Veröffentlichung in den *Annalen für Gewerbe u. Bauwesen*, herausgegeben vom Königlichen Geheimen Kommissionsrath *F. C. Glaser*, Kommissionsverlag von Georg Siemens in Berlin), welche eine so günstige Aufnahme fanden, dass ich eingeladen wurde, am 14. Mai über ein ähnliches Thema in der polytechnischen Gesellschaft in Berlin zu sprechen (vergl. *Polytechnisches Centralblatt*, Organ der polytechnischen Gesellschaft in Berlin, III. Jahrg., No. 21 und 22). Da auch dieser Vortrag eine gute Aufnahme fand, habe ich nach wiederholten Besprechungen mit meinem Kollegen Regierungsbaumeister L. Glaser, dem Redakteur von *Glasers Annalen*, und dem Schriftsteller Dr. H. Albrecht Berlin, welche beide meinen Ausführungen im Wesentlichen zustimmten, mich dazu entschlossen, den Inhalt der Vorträge für einen weiteren Leserkreis in Form des vorliegenden Buches neu zu bearbeiten, obwohl mir die Schwierigkeiten bekannt waren, die gerade eine allgemein

verständliche Darstellung der Wirkungsweise der verschiedenen Kleinmotoren sowie deren Betriebskostenberechnung verursachen. Es hat daher auch, um in der Ausdrucksweise klar zu sein, manchmal die gewandte Form zurücktreten müssen.

Um dem Buche einen erhöhten praktischen Werth zu geben, ist ausser der Konstruktion, Kostenvermittlung, In- und Ausserbetriebsetzung etc. auf den letzten Seiten auch noch der Preis und Raumbedarf sowie die Umdrehungszahl etc. der einzelnen Kleinmotoren angegeben worden.

An den Stellen, wo mir die Erklärung gewisser, dem Maschinentechniker ganz geläufiger Ausdrücke wie effektive und indizierte Pferdestärke, Wirkungsgrad, Diagramm etc. zweckmässig erschien, hat dieselbe theils im Text, theils in Anmerkungen Aufnahme gefunden.

Möge die vorliegende Arbeit mit dazu beitragen, eine Besserung der schwierigen Lage, in welcher sich die Kleinindustrie befindet, anzubahnen; möge sie bei den verehrten Lesern eine freundliche Aufnahme und wohlwollende Beurtheilung finden.

Berlin, den 28. September 1891.

**E. Clausen.**

## Wirthschaftliche Bedeutung der Kleinmotoren.

Die Lebensaufgabe eines jeden Menschen, mag er einen hohen oder niedrigen Rang in der Gesellschaft einnehmen, ist die Arbeit, das heisst die Verrichtung einer nützlichen Thätigkeit. Je nach der Art der Beschäftigung und dem Grade der Bildung, je nach körperlicher oder geistiger Veranlagung, nach Klima u. s. w., kann diese Thätigkeit eine ausserordentlich verschiedene sein. Die Aeusserung derselben erfolgt aber stets nur, wie Dr. Engel in seinem Vortrage über „Wesen und Preis der Arbeit“ ausführt, durch die hierfür von der Natur dem Menschen verliehenen Organe: Leib, Verstand und Herz. Die Thätigkeit des Leibes nennt der Volksmund schlechthin Leibesarbeit, diejenige des Verstandes Kopfarbeit und diejenige des Herzens als des Sitzes der guten und schlimmen Eigenschaften und Gefühle Gemüths-thätigkeit. Diese letzte Arbeitsart ist für die nachfolgenden Betrachtungen von so untergeordnetem Werthe, dass auf dieselbe nicht näher eingegangen zu werden braucht, um so wichtiger ist aber die Kopfarbeit, die für die Folge als geistige Arbeit, und namentlich die Leibesarbeit, die als mechanische Arbeit bezeichnet werden möge.

In einzelnen seltenen Fällen wird nur die eine oder die andere der beiden zuletzt genannten Arbeitsarten allein auftreten, in den bei Weitem meisten Fällen sind dieselben dagegen beide zugleich vorhanden. Die folgenden Beispiele mögen das soeben Gesagte etwas näher erläutern.

Der Knecht des Landwirths, der das Schwungrad seiner Häckselschneidmaschine dreht, um Häcksel für das Vieh herzustellen, verrichtet eine nützliche Thätigkeit — er arbeitet. Da zum Drehen des Schwungrades nur eine gewisse Körperkraft aber durchaus gar keine Verstandesthätigkeit oder geistige Anstrengung erforderlich ist, so kann in diesem Falle auch nur von

einer rein mechanischen Arbeit die Rede sein. Der Tischler hingegen, der auf seiner Hobelbank ein unebenes Brett gerade hobelt, verrichtet eine mechanische Arbeit, indem er mittelst seiner Körperkraft den Hobel arbeitsverrichtend über das Brett hin- und herführt, zugleich aber auch eine geistige Arbeit, indem er gerade diejenigen Stellen aussucht, an denen sich Erhebungen befinden, die zur Erreichung seines Zweckes fortgenommen werden müssen. Ein Gleiches tritt bei dem Schlosser ein, der einen Würfel feilen will, die Hin- und Herbewegung der Feile ist wieder eine rein mechanische Arbeit, das Aussuchen der abzufeilenden Stellen aber eine geistige. Der Gelehrte hingegen, der in seinem Studirzimmer den Gedankengang einer Abhandlung, die er soeben gelesen hat, sich im Geiste nochmals wiederholt, verrichtet eine rein geistige Arbeit, da der Körper an der Thätigkeit seiner Gedanken keinen Antheil zu nehmen braucht. In dem zuerst genannten Beispiel wird nur rein mechanische Arbeit verrichtet, in den beiden folgenden treten die mechanische und geistige Arbeit zugleich auf, während in dem letzten eine rein geistige Arbeit vorhanden ist. Jede dieser beiden Arbeitsarten hat ihre Berechtigung, jede derselben erfordert in ihrer Weise Anstrengung.

Die rein mechanische Arbeit, welche ein lebendes Wesen, also ein Mensch oder ein Thier, verrichtet, lässt sich genau messen, und der Werth oder Preis derselben durch Vergleich mit den Kosten, welche z. B. eine Dampfmaschine von gleicher Leistung, deren Amortisations-, Reparatur- etc. Kosten bekannt sind, unschwer berechnen, wie dieses noch später ausführlicher gezeigt werden wird. Dagegen fehlt jeder Massstab für die geistige Arbeit und somit jede Möglichkeit, den Werth derselben auch nur einigermaßen zutreffend zu bestimmen.

Man denke sich zwei Menschen, welche ein und dieselbe mathematische Aufgabe zu lösen haben, beide kommen zu demselben Resultat, dann ist wohl das gleiche Resultat der geistigen Arbeit in der gleichen Lösung vorhanden, es fehlt aber jeder Anhalt dafür, ob auch beide, um zu diesem Resultat zu gelangen, dieselbe Menge geistiger Arbeit wirklich aufgewendet haben. Der eine von ihnen hat vielleicht zwei Stunden gebraucht und sich ausserordentlich abgemüht, um zum Ziele zu gelangen, während der andere dieselbe Lösung in einer Viertelstunde gleichsam spielend fand.

Es unterliegt wohl kaum einem Zweifel, dass im Allgemeinen die geistige Arbeit anstrengender und aufreibender als die rein mechanische ist.

Der Schule und der Kirche wird die Aufgabe zufallen, den Menschen für die Arbeit des Verstandes und des Herzens auszubilden, während die Technik bei dem stets zunehmenden Bedürfniss an produktiver Arbeit dafür zu sorgen haben wird, dass der Mensch mit Hilfe besonderer Vorrichtungen die erforderliche mechanische Arbeit verrichten kann. Auf die Bedeutung der Schule und Kirche einzugehen würde hier zu weit führen, dagegen möge diejenige der Technik eine kurze Würdigung finden.

Das Bestreben des Menschen, die von ihm zu verrichtende und als lästig empfundene mechanische Arbeit von sich abzuwälzen, ist schon uralte, denn schon im grauen Alterthum übertrug man dieselbe Sklaven und einzelnen Thierarten. Später suchte man dann die vorhandenen Naturkräfte auszunutzen.

Bezeichnet man mit Kraftquelle alle diejenigen Naturprodukte oder deren Eigenschaften, welche im Stande sind Kraft zu liefern, so sind ausser den eben erwähnten lebenden Motoren die ältesten bekannten Kraftquellen das bewegte Wasser und die bewegte Luft — der Wind —, welche beide frei in der Natur vorhanden sind. Die in diesen Kraftquellen enthaltene Kraft muss, bevor sie nutzbar gemacht werden kann, gleichsam erst eingefangen, gefesselt oder gewonnen werden und dann noch eine bestimmte Richtung, in der sich dieselbe äussern kann, erhalten. Denkt man sich zum Beispiel, dass fliessendes Wasser durch ein Gerinne fortgeleitet würde und von diesem auf eine feste tellerförmige Platte herabfiel, so hat diese Platte allerdings die im Wasser enthaltene lebendige Kraft aufzunehmen, dieselbe kann aber in dieser Weise nicht nutzbar gemacht werden. Würde man dagegen das Wasser so auf die Platte fallen lassen und diese selbst so anordnen, dass sie in Umdrehung versetzt werden kann, wodurch der Kraft die Möglichkeit gegeben wird, sich in einer bestimmten Richtung zu äussern, dann ist eine Ausnutzung derselben möglich, dann erst hat man eine Kraftmaschine oder einen Motor\*), der im Stande ist, die Kraft zur Verrichtung von mechanischer Arbeit zu liefern. Mag der Mensch sich hier-

\*) Motor kommt vom lateinischen *movere*, bewegen, und bedeutet daher Bewegter. Die deutsche Sprache hat für denselben Gegenstand das an sich gute Wort Kraftmaschine; allerdings gilt dieser Ausdruck nur für belebte Motoren, schliesst also die lebenden aus.

durch immerhin eine Erleichterung in Bezug auf die von ihm zu verrichtende rein mechanische Arbeit geschaffen haben, die geistige Arbeit indessen kann weder das Thier noch die am sinnreichsten konstruirte Maschine jemals ausführen, diese Arbeit wird immer nur für den mit Verstand begabten Menschen übrig bleiben.

Jahrtausende hindurch kannte man nur Menschen- und Thierkraft sowie die Verwendung der Wind- und Wasserkräfte, welche letztere aber nur durch höchst unvollkommene Einrichtungen nutzbar gemacht werden konnten. Die belebten Kraftmaschinen (für Wind- und Wasserkräfte) hatten gegenüber den lebenden Motoren, den Menschen und Thieren, deren Kraft durch Nahrungsmittel und Ruhe von Zeit zu Zeit wieder ergänzt werden musste, den Vortheil, dass sie einestheils die Kraft billiger liefern konnten als diese, da ihre in der Natur vorhandenen Kraftquellen unentgeltlich zu Gebote standen, und dass sie es andertheils ermöglichten, eine grössere Kraft als die des Menschen und Thieres und meistentheils auch für eine längere Zeitdauer herzugeben. Diese Kraftmaschinen hatten aber den Nachtheil, dass sie an ganz bestimmte örtliche Verhältnisse gebunden oder von besonderen Zufälligkeiten abhängig waren; so war es z. B. unmöglich, da die Wasserkraft zu benutzen, wo es keine hinreichende Wassermenge oder kein genügendes Gefälle gab, oder die Kraft des Windes auszunutzen, wenn dieser selbst nicht vorhanden war.

Es ist hiernach ganz erklärlich, dass sich die Industrie mit der zunehmenden Vervollkommnung der kleinen Wasserkraftmaschinen, wie sie im Mittelalter zum Theil stattfand, namentlich in den an Flussläufen gelegenen Städten entwickelte, so dass schon zu dieser Zeit eine gewisse Anhäufung von Industriellen an einzelnen Punkten stattfand. Da die gewonnenen Betriebskräfte aber nur gering waren, so konnte es auch nur eine Kleinindustrie geben.

Die rein mechanische Arbeit, welche sich wie schon erwähnt durch Maschinen ausführen lässt, ist nach den Lehren der Mechanik ganz allgemein ausgedrückt ein Produkt aus Kraft und Bewegung; soll demnach mechanische Arbeit durch eine Maschine ausgeführt werden, so muss dieselbe einen doppelten Zweck erfüllen, zunächst muss sie Kraft gewinnen und dann derselben noch eine solche Richtung ertheilen, dass eine Bewegung

ausgeführt werden kann, bei welcher die gewonnene Kraft nutzbringend wieder verbraucht wird. Diejenigen Maschinen nun, welche hauptsächlich den ersten Faktor vertreten und zur Gewinnung der Kraft dienen, nennt man Kraftmaschinen oder Motoren, diejenigen Maschinen dagegen, welche diese Kraft verbrauchen, während sie gewisse Bewegungen ausführen, also hauptsächlich den zweiten Faktor, die Bewegung, vertreten, hat man nicht gerade besonders glücklich mit Arbeitsmaschinen bezeichnet. Wenn z. B. ein Gasmotor eine Kreissäge treibt, so wird in ersterem die Kraft zunächst gewonnen und durch besondere Vorrichtungen: Kolben, Kolbenstange, Kurbel etc., so in einer bestimmten Richtung verändert, dass sie die Kreissäge bewegen kann.

Die Gaskraftmaschine verrichtet also für sich allein keine nützliche Thätigkeit, sondern liefert nur Kraft, ist also auch nur Kraftmaschine. Die Kreissäge dagegen, welche während ihrer Bewegung Holz zerschneidet, verrichtet mit der Gaskraftmaschine gemeinsam eine nützliche Thätigkeit, beide Maschinen zusammen verrichten Arbeit. Die Kreissäge für sich betrachtet verbraucht während ihrer Bewegung die ihr zugeführte Kraft, indem sie den ihr zugeschobenen Balken zerschneidet; ohne dass ihr Kraft zugeführt wird, kann dieselbe keine Bewegung ausführen, sie ist daher auch nur Arbeitsmaschine. Kraft- und Arbeitsmaschine stehen daher in einem bestimmten engen Zusammenhang zu einander, indem die letztere nur soviel Kraft verbrauchen kann, als ihr von der ersteren zugeführt wird.

Während des Alterthums, des ganzen Mittelalters und sogar noch bis gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts war die Kraftmaschine, sowohl in Bezug auf ihre Grösse als auch hinsichtlich des Ortes ihrer Aufstellung, an bestimmte enge Grenzen gebunden, über welche hinaus dieselbe nicht konnte. In Folge dessen war die Industrie auch auf viele kleine Kraftmaschinen (Menschen- und Thierkräfte mitgerechnet) und mit diesen wieder auf viele einzelne kleine Arbeitsmaschinen angewiesen, wie dieses gerade bei der Klein- und Hausindustrie der Fall ist.

Da eine Vergrößerung der Arbeitsmaschinen mangels der zu Gebote stehenden beschränkten Kraftlieferung nicht möglich war, so konnte man dieselbe nur hinsichtlich der Mannigfaltigkeit ihrer Bewegungsart innerhalb der gegebenen Grenzen vervollkommen, dieses geschah nun dadurch, dass man im Wesent-

lichen die Thätigkeit der menschlichen Hand zu kopiren suchte.

Hinsichtlich der Leistung konnten alle diese Arbeitsmaschinen ebenfalls über gewisse natürliche Grenzen nicht hinaus, es trat daher auch keine erhebliche Vermehrung der durch dieselben fertig gestellten Industrieerzeugnisse ein, umsomehr aber suchte man namentlich während des Mittelalters Fleiss und Sorgfalt auf die Arbeit selbst zu verwenden, so dass gerade die Erzeugnisse dieser Zeit eine sehr grosse Kunstfertigkeit zeigen.

Eine völlige Umwälzung dieser Verhältnisse trat aber ein, als man es lernte eine weitere Kraftquelle und zwar die Wärme auszunutzen. Es ist bekannt, dass mit Hülfe derselben die Körper gezwungen werden können, ihren Aggregatzustand zu ändern. Führt man z. B. dem Wasser hinreichend Wärme zu, so verdampft es, das heisst es wird vom tropfbar flüssigen Zustand in den luftförmigen übergeführt; sperrt man diesen Dampf in einem Gefäss ein und führt noch mehr Wärme zu, so erhöht man dessen Spannkraft, das heisst das Bestreben sich auszudehnen.

James Watt benutzte die Spannkraft des Dampfes in der von ihm erfundenen Dampfmaschine (einfach wirkend 1764, doppelt wirkend 1782) um motorische Kräfte zu erzeugen. Die Dampfmaschine war im Stande ganz im Gegensatz zu den bisher bekannten und ausschliesslich verwendeten Kraftmaschinen nicht allein an jeder beliebigen Stelle Betriebskraft zu liefern, sondern sie erzeugte auch Kräfte von einer bisher ungeahnten Grösse. Da nun die Betriebskraft um so billiger wird, je grösser und vollkommener die Dampfmaschine selbst ist, so ging naturgemäss das Bestreben der Industriellen dahin, eine möglichst grosse und vollkommene Dampfmaschine in ihrem Betriebe zu verwenden. Um die Aufstellung derselben indessen zu ermöglichen, suchte man soweit als irgend angängig alle Fabrikationsprodukte auf Arbeitsmaschinen herzustellen, die von der grossen Kraftmaschine ihren Antrieb erhielten. Die Einführung der Dampf- und Arbeitsmaschine verminderte die Herstellungskosten eines Gegenstandes und gab damit für den Fabrikanten Aussicht auf grösseren Gewinn.

Die Beschaffung derartiger Maschinen und die damit meistens in Verbindung stehende Vergrösserung des bisherigen Betriebes war aber nur dem mit Kapital versehenen Industriellen möglich,

während der Kleinmeister, der meistens nur mit sehr geringen Mitteln arbeitet, zunächst nicht allein keinen Vortheil von der epochemachenden Erfindung Watt's hatte, sondern wie noch gezeigt wird sogar Nachtheil. Der zufällige Besitz von Kapital mag also, nachdem die Dampfmaschine einmal vorhanden war, zunächst den Anlass gegeben haben zur Bildung der Grossindustrie im Gegensatz zur bisher nur vorhandenen Klein- und Hausindustrie.

Da die Industrie im Allgemeinen nur solche Gegenstände mit Vortheil herstellen kann, welche einen Gebrauchs- oder einen Tauschwerth haben, so wird dieselbe auch nur solche Gegenstände anfertigen und anbieten, für welche ein jeweiliger Bedarf vorliegt, oder für welche eine Nachfrage vorhanden ist. Den Ausgleich aber zwischen Angebot und Nachfrage vermittelt der Handel, welcher für die ihm von der Industrie übergebenen Erzeugnisse vorhandene Absatzgebiete zu bewahren oder neue zu erschliessen sucht. Hierzu muss sich der Handel der vorhandenen Verkehrsmittel und Verkehrswege bedienen. Je besser nun die Verkehrsmittel, je bequemer die Verkehrswege sind, desto billiger und lebhafter wird der Verkehr und desto billiger auch das betreffende Industrieerzeugniss in dem Absatzgebiet und um so grösser meistens die Nachfrage nach demselben. Gerade auf die Verbesserung der gesammten Verkehrsverhältnisse übte wiederum die Erfindung der Dampfmaschine den allergrössten Einfluss aus. Sie ermöglichte erst die Erfindung der Lokomotive und den Betrieb der heute so ungemein wichtig gewordenen Eisenbahnen, sie gab erst Anlass zur Erfindung des Dampfschiffes, welches die entferntesten Erdtheile einander so nahe brachte und dem Handel immer neue Absatzgebiete erschloss.

Die Erfindung der Dampfmaschine führte zur völligen Umwälzung in der Industrie, die mit ihr in Verbindung stehende Erfindung der Lokomotive und des Dampfschiffes aber zur völligen Umwandlung der bisherigen Verkehrsmittel, und wem verdankt die Welt diese gewaltigen Fortschritte? Wer war der Urheber der hiermit in Verbindung stehenden Aenderungen in den gesammten gesellschaftlichen Verhältnissen? Doch nur der im praktischen Leben stehende Techniker.

War nach der einen Seite hin die Erfindung der Dampfmaschine eine ausserordentlich segensreiche, so hat dieselbe nach der anderen Seite hin auch Uebelstände erzeugt, die um so mehr

auftreten, je grösser die Macht der Dampfmaschine wird, und deren Beseitigung hauptsächlich nur dem Techniker wieder zufällt.

Reuleaux sagt in seiner vorzüglichen kleinen Schrift „Die Maschine in der Arbeiterfrage“ so treffend: „Zunächst bemächtigte sich die Dampfmaschine der Bergwerksindustrie, wo sie den Vertikaltransport, die Wasser- und Lastenhebung übernahm, und damit u. A. auch ihre eigene Nahrung, die Kohle, in Fülle herbeischaffte. Die Aenderung, die hierdurch für den Bergbau eingeleitet wurde, ist ganz ausserordentlich. Wo früher auf einen Erbstollen hin, dem höchstens ein Wasserrad aus geringen Teufen noch etwas Wasser zuhob, eine Menge einzelner Gerechtsame ausgetheilt waren, ermöglichte die Dampfmaschine den Tiefbau, dies aber allerdings nur unter der Bedingung der Anlegung eines grossen Kapitals. Demzufolge verschwanden bald die einzelnen kleinen Gerechtsame gegen die der Gewerkschaft, welche den Betrieb grosser Bezirke konzentrierte. In mächtiger Teufe werden grossartige planmässige Abbaue organisirt, in welche der frühere kleine „Kaulen“-Besitzer seine Enkel als Arbeiter schickt; Abbaue, die heute förmliche Bevölkerungen in einer stellenweise (namentlich in England) beklagenswerthen Weise den normalen Lebensbedingungen entzieht.“

Wie auf dem Gebiete der Bergwerksindustrie die mächtige Dampfmaschine die Kleinindustrie fast völlig vernichtete, so that sie es mehr oder minder bei einer ganzen Anzahl weiterer Industriegebiete, die zum Theil gleich aufgezählt werden sollen. Der aufmerksame Beobachter kann noch heute sehen, wie die Kleinindustrie durch das Wachsen der Grossindustrie relativ mehr und mehr zurückgedrängt wird.

Diese wichtige und nach den früheren Ausführungen nicht unerklärliche Erscheinung möge noch durch einige Zahlenangaben bestätigt werden.

Am 1. Dezember 1875 fand im Deutschen Reich die erste Gewerbezahlung statt, hierauf dann am 5. Juni 1882 die sogenannte Berufszählung. Rechnet man alle Gewerbebetriebe mit mehr als 5 Gehülfen, wie dieses bei den genannten Zählungen geschehen, zu den Grossbetrieben und die übrigen zu den Kleinbetrieben, eine Eintheilung über deren Zweckmässigkeit und Werth sich streiten liesse, so sind nach Dr. H. Albrecht „Die volkwirtschaftliche Bedeutung der Kleinkraftmaschinen“ vorhanden gewesen:

	im Jahre		Zunahme	
	1875.	1882.	im Ganzen.	in Proz.
1. Gewerbebetriebe überhaupt	2 927 955	2 995 148	67 193	2,3
Hiervon waren:				
Kleinbetriebe . . . . .	2 858 405	2 898 324	39 919	1,4
Grossbetriebe . . . . .	69 550	96 824	27 274	39,2
2. Gewerbetreibende überhaupt	6 579 951	7 321 782	741 831	11,3
Davon waren beschäftigt in:				
Kleinbetrieben . . . . .	4 159 231	4 476 495	317 264	7,6
Grossbetrieben . . . . .	2 420 720	2 845 287	424 567	17,5

Aus diesen Zahlen geht klar hervor, dass im Jahre 1882 in Deutschland bei dem gewählten Eintheilungsmodus zunächst noch die Kleinbetriebe sowohl nach ihrer Zahl als auch nach der Anzahl der in ihnen beschäftigten Gewerbetreibenden überwiegen, dass ferner in Folge der relativ starken Zunahme der Zahl der Grossbetriebe (39,2% gegen 1,4% bei den Kleinbetrieben) und der in denselben beschäftigten Arbeiter (17,5% gegen 7,6% bei den Kleinbetrieben) die Kleinbetriebe erheblich zurückgehen. Dieses ist namentlich auf den folgenden Industriegebieten der Fall gewesen:

	Grossbetriebe	Kleinbetriebe
	in Prozenten (1882).	
Bergbau, Hütten- und Salinenwesen	99,6	0,4
Chemische Industrie . . . . .	76,5	23,5
Polygraphische Gewerbe . . . . .	75,7	24,3
Papierindustrie . . . . .	73,0	27,0
Verarbeitung von Metall (mit Ausnahme des Eisens) . . . . .	63,8	36,2
Maschinen, Instrumente u. Apparate	64,2	35,8

Dagegen herrscht die Kleinindustrie noch vor auf den folgenden Gebieten:

	Grossbetriebe	Kleinbetriebe
	in Prozenten (1882).	
Bekleidung und Reinigung . . . . .	9,2	90,8
Künstlerische Gewerbe . . . . .	24,5	75,5
Holz- und Schnitzstoffe . . . . .	21,7	78,3
Eisenverarbeitung . . . . .	29,7	70,3
Leder-, Wachtuch- und Gummiindustrie . . . . .	34,0	66,0
Nahrungs- und Genussmittel . . . . .	37,0	63,0
Textilindustrie . . . . .	51,6	48,4

Diese Zahlen dürften sich indessen in dem seit 1882 vergangenen Zeitraum nicht unerheblich noch zu Gunsten der Grossindustrie geändert haben.

Es liegt nun die Frage nahe: ist die Erhaltung der Kleinindustrie von irgend welchem besonderen Werth, oder kann dieselbe ohne jeglichen Nachtheil weiter zurückgedrängt und endlich vernichtet werden? Obwohl diese Frage hier nicht erschöpfend beantwortet werden kann, so mögen doch die folgenden Erwägungen hier Platz finden.

Der Kleinmeister, der irgend ein Gewerbe selbst betreiben will, muss sich nicht allein soviel Geschicklichkeit erworben haben, um die vorkommenden Arbeiten kunstgerecht und sauber ausführen zu können, sondern er muss auch soviel Kapital besitzen, um die zur Uebernahme oder Einrichtung und Fortführung des Betriebes erforderlichen Kosten bestreiten zu können. Hat der angehende Kleinmeister sich dieses kleine Kapital selbst erworben, so weiss er sicher den Werth desselben zu schätzen und wird sich dasselbe zu erhalten suchen. Gelingt es ihm dann soviel zu erwerben, dass er seine materiellen Bedürfnisse von dem Verdienst bestreiten und seine idealen sittlichen Ziele verfolgen kann, wird er überdies in seinen Rechten und seinem Besitz durch eine kräftige Regierung und weise Gesetzgebung geschützt, so hat derselbe keinen Grund mit seinen Verhältnissen unzufrieden zu sein. Nur die Menschen werden Freude an ihrem Berufe empfinden, führt Leopold von Kunowski in seiner Broschüre „Wird die Sozialdemokratie siegen“ aus, welche erstens ihren Beruf frei wählen können und zweitens die Hoffnung haben, die „Früchte ihres Fleisses und Geschickes auch vor sich zu sehen, durch sie eine grössere Wohlhabenheit für sich und ihre Familie und eine selbstständigere und höhere Stellung in ihrem Berufe zu erlangen, und ferner alles dies dann zur Erreichung weiterer guter und edler Zwecke, welche jemand etwa in seiner Brust trägt, anzuwenden. Dieser Charakterzug ist so tief in der Natur des Menschen, welche ihn stets über das seiner Herrschaft unterworfenen, immer in gleichförmiger Weise hinlebende Haushier erheben wird, so tief in seiner, von der Religion wie von der Philosophie gleichmässig anerkannten Freiheit begründet, dass man ihn niemals wird austilgen können.“ Auf Niemanden dürften sich diese herrlichen Worte besser anwenden lassen als auf den selbstständigen Kleinmeister, der mit seinem Fleiss nicht wie die

unselbstständigen Arbeiter der Grossindustrie auf gewisse Arbeitsstunden angewiesen ist, und der durch besondere Geschicklichkeit sowohl in der Ausführung seiner Arbeiten als auch beim Einkauf seiner Materialien und Verkauf seiner Erzeugnisse nach und nach zu einem grösseren Wohlstande gelangen kann.

Hat ein solcher Kleinmeister in seinem Betriebe Lehrlinge, so müssen dieselben fast immer unter dessen spezieller Leitung arbeiten, sie müssen meistens im Hause wohnen und werden dann als mit zur Familie gehörig angesehen. Schon früh lernt ein solcher junger Mensch erkennen, dass er sparen muss, um später vorwärts zu kommen, dass er sich Kenntnisse und Geschicklichkeit aneignen muss, um einmal selbst als Meister selbstständig zu werden.

Man kann daher ohne zu viel zu sagen wohl behaupten, dass, wenn in einem Staate die Kleinindustrie blüht, in demselben Ruhe, Zufriedenheit, Ordnung und Wohlstand herrschen wird, dass etwa von Aussen hineingetragene Zwietracht keinen Nährboden findet, im Innern selbst aber im Allgemeinen keine Unzufriedenheit entstehen kann.

Wesentlich anders aber liegen die Verhältnisse bei den Grossbetrieben. Tritt ein junger Mensch, der soeben die Schule verlassen, dort als Lehrling ein, so hat derselbe meistens nach 3 bis 4 Jahren seine Lehrzeit beendet und verdient dann als junger Mensch von 18—20 Jahren so viel, dass kaum Aussicht vorhanden ist, später den Verdienst noch wesentlich erhöht zu sehen. Dieser Lohn ist aber plötzlich so gross geworden, dass er nicht allein in den meisten Fällen völlig ausreicht die notwendigen Lebensbedürfnisse zu bestreiten, sondern dass sogar noch ein Theil übrig bleibt, den der sorglose junge Mensch bei dem geringen Halt, den er am Familienleben hat, nur allzu leicht für höchst zweifelhafte Genüsse ausgiebt. Er wird durch ältere Genossen leicht verleitet in den Wirthshäusern an Trinkgelagen und verderblichen politischen Gesprächen theil zu nehmen und nicht selten auch zu einem unsittlichen Lebenswandel verführt. Hat ein solcher junger Mensch aber mehr moralischen Halt, so führt ihn das Zuviel am Lohn häufig dahin, vorzeitig einen eigenen Hausstand zu gründen, zumal er, so lange seine Beschäftigung im Grossbetriebe währt, Kapital weder zur Beschaffung von Materialien und Werkzeugen noch zur Einrichtung eines eigenen Betriebes nöthig hat. An ein frühzeitiges Sparen

denkt ein solcher Mensch um so weniger, als ihm kaum jemals der Gedanke kommen wird, sich als Kleinmeister später selbstständig zu machen; auch dürfte es demselben hierzu ausser an Kapital noch an der erforderlichen Geschicklichkeit fehlen, um alle im Kleinbetrieb vorkommenden Arbeiten kunstgeteicht ausführen zu können. Tritt dann an einen solchen Menschen zum ersten Mal die Sorge, sei es in Gestalt von Krankheit, Arbeitslosigkeit, Unfällen oder in sonst irgend einer Weise heran, so wird er unzufrieden, murrst und anstatt sich und sein Verhalten für die Ursache anzusehen, schiebt er die Schuld seiner schlimmen Lage auf Verhältnisse, die meistens nicht mit ihm selbst in Verbindung stehen. Sorgt aber die Regierung durch ein Krankenkassen- und Unfallversicherungsgesetz dafür, dass der Arbeiter bei Unglücksfällen nicht sofort mittellos wird, so murrst er so lange solche Fälle nicht eintreten darüber, dass ihm Abzüge am Lohn gemacht werden, treten dieselben aber ein, so murrst er über die Unzulänglichkeit der ihm gewährten Bezüge. So entsteht gerade bei diesen Leuten leicht Unzufriedenheit.

Da bei den Grossbetrieben viele Arbeiter in verhältnissmässig engen Räumen zusammenarbeiten und der Mensch nur zu sehr geneigt ist an der Unzufriedenheit Anderer Theil zu nehmen, so werden gerade diese Stellen die Brutstätten der Unzufriedenheit und des Hasses gegen die besser situirten Mitmenschen. Nur so dürfte es zu erklären sein, dass gerade die Umsturzideen gewisser Leute namentlich unter den Arbeitern der Grossindustrie eine so ungemein schnelle Verbreitung gefunden haben.

Wenn nun die Kleinindustrie von so grossem Werthe für die Erhaltung des geordneten Staatswesens ist, so liegt der Gedanke nahe, die Grossindustrie mit ihren sittlichen und sozialen Schäden aufzulösen und an deren Stelle wieder Kleinbetriebe einzurichten. Dieser Gedanke würde nur dann ausführbar sein, wenn die Kleinindustrie mit der Grossindustrie konkurriren könnte. Diese Konkurrenz ist aber, wie Dr. H. Albrecht in der bereits erwähnten Broschüre treffend ausführt, auf den Industriegebieten aussichtslos, „auf denen der Produktionsprozess das gleichzeitige Zusammenwirken einer grösseren Zahl von Arbeitern in demselben Raume erfordert und wo bei der Herstellung des Produktes Arbeitstheilung mit unmittelbarer Aufeinanderfolge der

verschiedenen Verrichtungen und Kooperation der verschiedenen Arbeiter in demselben Raume geboten ist. Es sind dies ferner diejenigen Gebiete, wo in Folge der erforderlichen Kraftentfaltung nur Maschinen grösseren Kalibers zur Anwendung kommen können.“ Auf allen übrigen Industriegebieten dürfte die Konkurrenz nicht so aussichtslos sein, wenn dem Kleinmeister nur billige Betriebskraft und billige Arbeitsmaschinen zur Verfügung gestellt werden könnten. Die Arbeitsmaschinen sind in der letzteren Zeit so vervollkommenet, ihr Preis ist meistens ein so niedriger geworden, dass die Beschaffung derselben dem Kleinmeister nicht so schwer fallen dürfte; anders aber liegt es mit der nöthigen Betriebskraft. In welcher Weise die Technik es bisher versucht hat dieselbe durch Kraftmaschinen zu liefern, und wie weit ihr das bisher gelungen ist, möge der Gegenstand der weiteren Betrachtungen bilden.

---

### Eintheilung der Kleinmotoren.

Im ersten Theile wurde schon angegeben, dass man unter Kraftquelle alle diejenigen Naturprodukte oder deren Eigenschaften versteht, welche im Stande sind, für irgend welche Zwecke Kraft zu liefern; zugleich waren dort schon als Kraftquellen erwähnt:

1. der Mensch und das Thier,
2. das bewegte Wasser,
3. die bewegte Luft und
4. die Wärme.

Zu diesen würde noch als jüngste Kraftquelle

5. die auf der chemischen Verwandtschaft (Affinität) einzelner Naturkörper beruhende Kraftentwicklung treten.

Diejenigen Maschinen, welche bestimmt sind, aus den verschiedenen Kraftquellen die Kraft zu gewinnen und dieser dann noch eine solche Richtung zu ertheilen, dass sie nutzbar gemacht werden kann, heissen Kraftmaschinen oder Motoren.

Es ist hier von besonderem Interesse, kurz festzustellen, welche Bedeutung die einzelnen Kraftquellen für die Industrie besitzen, wie weit es bisher gelungen ist, für dieselben Kraftmaschinen zu bauen, und welche Bedeutung dieselben für die Kleinindustrie bisher erlangt haben.

Auf den Unterschied zwischen den lebenden und belebten Motoren, sowie auf deren Vor- und Nachteile, ist schon früher (Seite 4) hingewiesen; hier möge daher nur auf die letzteren, also die eigentlichen Kraftmaschinen, näher eingegangen werden.

Für das bewegte Wasser hat man als Kraftmaschinen die Wasserräder (im engeren Sinne genommen),  
Turbinen und  
Wassersäulmaschinen

konstruirt. Diese Maschinen eignen sich recht gut zur Gewinnung grösserer Kräfte, wie sie namentlich die Grossindustrie gebraucht und haben daher auch bei dieser, soweit es ihre an bestimmte örtliche Verhältnisse gebundene Aufstellung gestattete, Eingang gefunden. Wenngleich diese Kraftmaschinen sich meistens nicht direkt für den Kleinbetrieb ausnutzen lassen, so ist doch die Möglichkeit gegeben, dieselben indirekt und zwar mit Hülfe der noch später zu betrachtenden Kraftübertragung für den Kleinmeister mit Vortheil zu verwerthen.

Die bewegte Luft oder der Wind ist als Kraftquelle so unzuverlässig, dass derselbe nur von ganz untergeordneter Bedeutung für einen regelmässigen Betrieb ist. Die für die Nutzbarmachung des Windes konstruirten Kraftmaschinen sind die verschiedenen Windräder.

Unter den sämmtlichen Kraftquellen ist die bedeutendste ohne Zweifel die Wärme, welche den auf der Erdoberfläche befindlichen Naturkörpern in zweifacher Weise zugeführt werden kann, und zwar entweder aus dem Erdinnern, das sich allem Anscheine nach noch im feurig-flüssigen Zustande befindet, und somit eine bedeutend höhere Temperatur als die Erdoberfläche besitzt, oder hauptsächlich von ausserhalb der Erde her, nämlich von der Sonne. Die Wärmezufuhr aus dem Erdinnern ist im Verhältniss zu derjenigen von der Sonne so gering, dass dieselbe gar nicht in Betracht kommt.

Es ist allerdings bisher noch nicht gelungen, die Sonnenwärme direkt für motorische Zwecke auszunutzen, obwohl es nicht ausgeschlossen erscheint, dass dieses Problem auch noch gelöst

werden wird, es können daher zunächst auch nur die durch die Sonnenwärme in der Natur hervorgerufenen Veränderungen zur Kraftgewinnung benutzt werden.

Von der grossen Menge des Wassers, welches die Erdoberfläche bedeckt, wird ein bedeutender Theil durch die Sonnenwärme in Dampfform verwandelt und steigt wegen seines geringeren Gewichtes als die atmosphärische Luft in dieser in die Höhe, um aus derselben theils als Regen, theils als Schnee auf die Erde zurückzufallen und die Bäche, Flüsse und Ströme mit fliessendem Wasser zu versorgen. Es ist daher auch die Wärme der Sonne die Ursache für die schon kennen gelernte Kraftquelle des bewegten Wassers. Dasselbe gilt auch von dem Winde. Würde die Sonne eines Tages aufhören, der Erde ihre Wärme zu spenden, so würden alsbald beide Kraftquellen versiegen.

Ueberdiess ist die Wärme der Sonne noch die Vorbedingung eines jeglichen vegetabilischen Wachsthumes, oder wie man dieses auch ausdrücken kann, in den Pflanzen findet sich die Wärme der Sonne in einer nur veränderten Form aufgespeichert, dieselbe muss daher auch in geeigneter Weise aus denselben wieder gewonnen werden können. Vor Allem werden vom Menschen jetzt zur Wärmegewinnung die Pflanzen der vielleicht vor vielen Millionen von Jahren untergegangenen Wälder, deren Reste noch in unserer Steinkohle und Braunkohle erhalten sind, ausgenutzt.

Da eine neue Steinkohlenbildung jetzt nicht mehr stattfindet, so gleichen die Steinkohlenlager einem Kapital, von dem stets fortgenommen, das aber nie ergänzt wird; es muss daher auch einmal ein Zeitpunkt kommen, von welchem an die Steinkohle seltener wird, und ihre Förderung mehr und mehr Kosten verursacht; dann wird der Preis derselben (wenn auch erst vielleicht nach einigen hundert Jahren) steigen, und somit werden auch die Betriebskosten der grossen Dampfmaschine erhöht werden, sodass die Herrschaft derselben nach und nach sinken muss.

Die in der Steinkohle und den ihr nahe verwandten Naturprodukten enthaltene Wärme wird als Kraftquelle benutzt in den

Dampfmaschinen und

Heissluftmaschinen,

von denen die ersteren sowohl für die Gross- als auch für die Kleinindustrie als Kraftmaschinen verwendet werden, während die letzteren, also die Heissluftmaschinen, fast ausschliesslich der Kleinindustrie angehören.

Wenn die Steinkohle in Röhren erwärmt wird, so bildet sich ein Gas, das gewöhnlich Leuchtgas genannt wird und ein Rückstand, den man Koks nennt. Während das Leuchtgas in Folge seiner grossen Lichtentwicklung beim Brennen sehr viel zu Beleuchtungszwecken verwendet wird, und wegen seines Bestrebens mit der atmosphärischen Luft unter Kraftentwicklung chemische Verbindungen einzugehen, für motorische Zwecke benutzt werden kann, bildet der Koks wieder eine Kraftquelle für Dampf- und Heissluftmaschinen. Leuchtgas und Koks aber werden mit der Steinkohle einmal im Preise steigen und mit dieser auch in fernen Zeiten einmal ganz verschwinden.

Ein Gemisch von Leuchtgas und atmosphärischer Luft explodirt, wenn es entzündet wird. Hierbei vereinigen sich beide nur mechanisch mit einander gemischte Körper vermöge der bei ihnen vorhandenen chemischen Verwandtschaft (Affinität) ihrer Theile unter Kraftentwicklung zu einem einzigen, indem ihre Theile eine chemische Verbindung mit einander eingehen. Die Kraftmaschine, welche diese Kraftquelle nutzbar macht, ist die bekannte Gasmachine oder der Gasmotor.

In der Natur findet sich ferner noch ein der Steinkohle in mancher Beziehung nahe verwandter flüssiger Körper, nämlich das wahrscheinlich aus der Zersetzung von Pflanzentheilen hervorgegangene Petroleum. Dasselbe kann wie das Leuchtgas sowohl zu Beleuchtungs- als auch zu motorischen Zwecken benutzt werden. Je nach der Art des als Kraftquelle zu verwendenden Petroleums, und zwar entweder als gewöhnliches (Brenn- oder Lampen-) Petroleum oder als Benzin nennt man die dazu gehörigen Kraftmaschinen Petroleum- und Benzinmotoren. Die Wirkungsweise dieser Maschinen entspricht derjenigen der Gasmotoren.

Während in Deutschland Steinkohlen in grossen Mengen vorhanden sind, so z. B. an der Ruhr in Westfalen, an der Saar bei Saarbrücken, in Oberschlesien bei Ratibor und in Niederschlesien bei Waldenburg, so dass es seinen Bedarf hauptsächlich im Inlande selbst decken kann, ist es dagegen arm an Petroleum und daher gezwungen, dieses aus dem Auslande namentlich aus Amerika und Russland zu beziehen. Bei der jetzt so schnell zunehmenden Bedeutung des Petroleums für motorische Zwecke und dem grossen Werth desselben gerade für den Kleinmeister steht zu erhoffen, dass die Regierung nach Möglichkeit der Bildung von Petroleumringen oder ähnlichen

Vereinigungen vorbeugen wird, welche darauf abzielen, den Preis des Petroleums nach freiem Ermessen festzusetzen und dadurch namentlich den kleinen Mann drücken werden. Es wäre sogar zu wünschen, dass das für motorische Zwecke benutzte Petroleum noch von dem Zoll befreit würde.

Sollten die Steinkohle und das Petroleum, deren Vorrath einmal erschöpft sein kann, mehr und mehr im Preise steigen oder gar ganz verschwinden, so würde von den bis jetzt bekannten Kraftquellen nur noch die Ausnutzung des bewegten Wassers übrig bleiben. Es würde dann durch grosse Wasserkraftmaschinen (Turbinen), sei es dass dieselben ihren Antrieb durch ein natürliches oder durch ein vermittelst Stauung (Thalssperren) erzeugtes künstliches Gefälle oder durch die Einwirkung von Ebbe und Fluth erhalten, Kraft in grossen Mengen an einer Stelle gewonnen und dann den einzelnen Verbrauchsstellen zugeführt werden müssen. Die stets vorwärts strebende und möglichst allen Bedürfnissen Rechnung tragende Technik hat aber nicht erst diesen Augenblick abgewartet, sondern hat schon jetzt eine ganze Reihe solcher Anlagen ausgeführt und die Kraft von der Gewinnungsstelle, der sogenannten Centralen, durch besondere Leitungen entfernt gelegenen Verbrauchsstellen zugeführt. Diese Art der Kraftversorgung nennt man Kraftübertragung von einer Centralen, und zwar kann dieselbe auf dreifache Weise bewirkt werden:

1. durch gepresstes Wasser,
2. durch gepresste Luft,
3. durch Elektrizität.

Bei dieser Art der Kraftversorgung muss die an der Centralen gewonnene Kraft erst so umgewandelt werden, dass dieselbe sich fortleiten lässt, hierzu dienen

1. die Presspumpen,
2. die Luftkompressoren,
3. die Dynamomaschinen.

An der Verwendungsstelle muss sie dann gleichsam wieder zurückverwandelt werden, sie muss vor Allem wieder die für ihre Nutzbarmachung erforderliche Richtung erhalten, was durch

1. Wasserdruckmaschinen,
2. Luftdruckmaschinen,
3. Elektromotoren,

geschieht.

Wie noch später gezeigt wird, eignet sich die Kraftübertragung von einer Centralen sehr gut dazu, dem Kleinmeister die ihm so sehr nöthige billige Betriebskraft zu liefern.

Nach den vorstehenden Ausführungen würden als Kraftmaschinen für den Kleinmeister im Wesentlichen nur in Frage kommen:

1. der Mensch als Motor,
2. die Heissluftmaschinen,
3. die Dampfmaschinen,
4. die Petroleum- und Benzinmotoren,
5. die Gasmotoren,
6. die Wasserdruckmotoren,
7. die Luftdruckmotoren,
8. die Elektromotoren.

Diese sämtlichen Kraftmaschinen würden wieder unterschieden werden können in selbstständige oder solche Kraftmaschinen, welche an jeder beliebigen Stelle unabhängig von einem besonderen Leitungsnetz aufgestellt werden können, und abhängige oder solche Kraftmaschinen, deren Verwendung nur beim Vorhandensein eines besonderen Leitungsnetzes möglich ist.

Zu der ersten Gruppe, den selbstständigen Motoren, gehören:

1. der Mensch als Motor,
2. die Heissluftmaschine,
3. die Dampfmaschine mit besonderem Kessel,
4. der Petroleum- und Benzinmotor,
5. der Gasmotor mit einem besonderen Gaserzeugungsapparat.

Zu der zweiten Gruppe, den abhängigen Motoren, würden zu rechnen sein:

1. die Dampfmaschinen mit einer centralen Kesselanlage,
2. der Gasmotor ohne besonderen Gaserzeugungsapparat,
3. die Wasserdruckmotoren,
4. die Luftdruckmotoren,
5. die Elektromotoren.

Diese sämtlichen Kleinkraftmaschinen würden nun in doppelter Richtung hin zu untersuchen sein und zwar erstens, ob dieselben alle diejenigen allgemeinen Eigenschaften besitzen, welche für eine Kraftmaschine der Kleinindustrie erforderlich sind, und zweitens, ob dieselben billige Betriebskraft zu liefern vermögen.

Hinsichtlich des ersten Punktes würde namentlich hervorzuheben sein, dass bei dem geringen Arbeitsraume, welcher dem Kleinmeister meistens zur Verfügung steht, die Kraftmaschine denselben nicht zu sehr einschränken darf, sie muss also selbst einen möglichst geringen Raum einnehmen; ferner darf dieselbe keine theuren Fundamente für ihre Aufstellung erfordern, sie muss selbst leicht aufstellbar sein und von einem Orte zum andern geschafft werden können, ohne dass ihre Wiederaufstellung an besondere polizeiliche Genehmigungen gebunden ist. Vielfach befinden sich die Arbeitsräume des Kleinmeisters unter oder über bewohnten Räumen, für diese dürfen durch den Betrieb keine Belästigungen wie Stösse in der Maschine, Geräusch, Geruch der entweichenden Gase oder Schmutz entstehen. Der Kleinmotor selbst darf während seines Betriebes keine Kosten durch Wartung desselben verursachen, er muss einfach zu bedienen und leicht zu reinigen sein, Reparaturen dürfen möglichst nicht eintreten; wenn dieselben aber nöthig werden, so muss jeder einigermaßen tüchtige Schlosser dieselben ausführen können, abgesehen von solchen Reparaturen, die nach vieljährigem Betriebe durch Abnutzung entstehen und im Ersatz einzelner Theile bestehen. Da der Kleinmeister nicht immer für seine Kraftmaschine Arbeit haben wird, so muss dieselbe je nach Bedarf leicht in Betrieb genommen, oder ausser Betrieb gesetzt werden können. Kürzere Pausen während des Betriebes dürfen keine Kosten verursachen. Ueberdies darf der Kleinmeister nicht in seinem Betriebe durch Revisionen seiner Kraftmaschine gestört werden, welche von Seiten der Behörden vorgenommen werden können.

Bei der Ermittlung der Betriebskosten sind eine ganze Reihe einzelner Kosten zu berücksichtigen, welche hier als allgemein verständlich nur aufgeführt werden mögen.

Die Höhe der Betriebskosten hängt ab:

1. von der Grösse der in einem gewissen Zeitraum zu amortisirenden Anlagekosten (Beschaffungskosten),
2. von der Grösse der Verzinsung der Anlagekosten,
3. von der Grösse der Reparaturkosten,
4. von der Grösse der Kosten für Schmierung, Dichtung etc.,
5. von der Grösse der Kosten für die Wartung,
6. von der Grösse der Kosten für die Kraftquelle.

Alle diese Punkte werden daher für die Folge bei der Ermittlung der Betriebskosten für die einzelnen Kraftmaschinen Berücksichtigung finden müssen.

Um einen Vergleich zwischen den Betriebskosten der verschiedenen Kleinmotoren anstellen zu können, ist es nöthig, diese Kosten für dieselbe Kraft in derselben Zeit für jede Maschinenart besonders zu ermitteln. Als Bezugseinheit für die Kraft wird zweckmässig die effektive Pferdestärke (vergl. S. 61), als solche für die Zeit eine Stunde zu wählen sein, mit anderen Worten, es sind für jede Maschinenart die Betriebskosten zu ermitteln, welche eine effektive Pferdestärke in einer Stunde verursacht.

Für die nunmehr folgende Betrachtung der einzelnen Kleinmotoren mag zunächst der Mensch als Motor behandelt werden, dann mögen die Kraftmaschinen folgen, deren Kraftentwicklung auf der Affinität beruht, da dieselben zur Zeit als die am Meisten verbreiteten anzusehen sind; hierher gehören die Gas-, Petroleum- und Benzinmotoren, dann mögen die Heissluft- und Dampfmaschinen und schliesslich die Betrachtungen über die Kraftübertragung von einer Centralen folgen.

---

### Der Mensch als Motor.

Wenn man den Menschen als Motor betrachtet, so müssen sich auch die Kosten ermitteln lassen, welche eine Krafteinheit (effektive Pferdestärke) desselben in der Zeiteinheit (Stunde) verursacht. Die Berechnung derselben muss allerdings in etwas anderer Weise geschehen als bei den eigentlichen Kleinkraftmaschinen. Hier mögen die von Dr. Engel in der Broschüre „Der Preis der Arbeit“ entwickelten Gesichtspunkte im Allgemeinen als massgebend berücksichtigt werden.

Das menschliche Leben kann man in Bezug auf die Arbeit in zwei grosse Perioden eintheilen und zwar erstens in die Zeit, während welcher der Mensch unproduktiv ist und Arbeit verbraucht, und zweitens in die Zeit, während welcher der Mensch produktiv ist und Arbeit leistet. Die erste Periode würde das Kindes- und Greisenalter umfassen, während die zweite dem Mannesalter angehört.

Von dem Augenblick der Geburt an bedarf der Mensch der Ernährung, Kleidung, Wartung u. s. w. und verursacht dadurch anderen Menschen Kosten, welche sich in etwa folgender Weise ermitteln lassen.

1. Von der Geburt bis zum vollendeten fünften Jahre kostet der Unterhalt einschliesslich Wartung u. s. w. täglich 0,50 M., oder jährlich 182,50 M., daher für fünf Jahre 912,50 M.
2. Vom vollendeten fünften bis zum vollendeten zehnten Jahre werden täglich etwa 0,70 M. Kosten verursacht, dieselben betragen daher jährlich 255,50 M. und für den Zeitraum von fünf Jahren . . . . 1277,50 „
3. Vom vollendeten zehnten bis zum vollendeten fünfzehnten Jahre sind täglich 0,80 M., jährlich 292 M. und für den Zeitraum von fünf Jahren erforderlich . 1460,00 „

Der Gesamtbetrag ist daher 3650,00 M.

Hierzu würde noch der Betrag kommen, den die Eltern während der Lehrzeit meistens als Zuschuss zum Lebensunterhalt gewähren müssen; derselbe mag während der gewöhnlich 3 bis 4 Jahre dauernden Lehrzeit zu 350 M. angenommen werden. Demnach haben die Eltern für den jungen Mann, bis er im Stande ist, seinen Unterhalt selbst zu verdienen,  $3650 + 350 = 4000$  M. aufwenden müssen, oder mit anderen Worten, unter den gegebenen Voraussetzungen hat der Mensch schon 4000 M. Schulden gemacht, ehe er überhaupt in der Lage ist, sich das zum Leben Erforderliche selbst erwerben zu können. Dieser Betrag erhöht sich auf 5777 M., wenn, wie es eigentlich richtig ist, von dem ersten Augenblicke an Zins auf Zins gerechnet würde. Um indessen die kleinen gelegentlichen Leistungen des Kindes im elterlichen Haushalt zu berücksichtigen, mag der erste Betrag als der am meisten zutreffende angenommen werden.

Während der produktiven Periode, welche man vom vollendeten 19. bis zum vollendeten 59. Lebensjahre rechnen kann, so dass dieselbe also einen Zeitraum von 40 Jahren umfasst, muss nun zunächst der Betrag von 4000 M. amortisirt werden. Da der Mensch aber gewissen Zufälligkeiten unterworfen ist,

welchen die Maschine im Allgemeinen nicht unterliegt, wohin vor Allem zu rechnen ist, dass derselbe vor dem Beginn des 60. Lebensjahres sterben oder erwerbsunfähig werden kann, so dass hierdurch die Amortisation seiner Schuld in Frage gestellt wird, so muss derselbe einer Versicherung beitreten, welche den Betrag von 4000 M. entweder bei Vollendung des 59. Lebensjahres oder bei dem Tode des Versicherten an die Eltern oder die Erben auszahlt. Hierfür würden jährlich etwa 95 M. erforderlich sein. Ferner muss der Mensch während der produktiven Periode sich gegen Krankheit versichern und würde daher zur Krankenkasse jährlich einen Betrag von etwa 15,60 M. zu entrichten haben; ebenso würden für Invaliditäts- und Altersversicherung etwa 7,80 M. erforderlich werden. Da eine zeitweise Erwerbslosigkeit eintreten kann und ein baarer Zuschuss bei Krankheitsfällen, vorzeitiger Invalidität und im Alter trotz der Versicherung erforderlich erscheint, so werden hierfür jährlich noch 50 M. zurückzulegen sein. Für Steuern und sonstige Abgaben wird man 30 M. und für den Lebensunterhalt, für Wohnung, Kleidung, Feuerung, Licht u. s. w., ohne hier die einzelnen Beträge näher anzuführen, wenigstens 700 M. jährlich zu rechnen haben, so dass sich hieraus ein Gesamtbetrag von  $95 + 15,60 + 7,80 + 50 + 30 + 700$  M. = 897,40 M. oder rund 900 M. ergibt. Unter der Annahme, dass jährlich (ausschliesslich der Tage für Krankheit, Erwerbslosigkeit etc.) 300 Arbeitstage vorhanden sind, wird der Mensch also täglich  $\frac{900}{300} = 3$  M. verdienen müssen. Dieser

Werth würde auch recht gut noch für solche Leute zutreffend sein, welche nicht als Lehrlinge gearbeitet haben, da gerade diese Arbeiter in Folge ihrer wechselnden Beschäftigung häufig die Zahl von 300 Arbeitstagen nicht erreichen.

Nach den hier gemachten Voraussetzungen würde der Mensch zu Grunde gehen oder mit der Zeit völlig verarmen, wenn er die erwähnten 3 M. täglich nicht verdient. Es ist daher gewiss gerechtfertigt, von diesem Lohnsatz bei der Berechnung der Kosten des Menschen als Motor auszugehen.

Es fragt sich jetzt nur noch, wie viel mechanische Arbeit für diesen Lohnsatz auch wirklich geleistet werden wird. Nach Versuchen von Köpcke kann ein Mann in 10 Stunden an der Kurbel der Kunstramme (vergl. das erste Beispiel Seite 1)

180 000 mkg\*) leisten, während von anderer Seite die Leistung auf 229 000 mkg in 8 Stunden angegeben wird; als mittleren Werth kann man daher 200 000 mkg in 9 Stunden oder in  $9 \cdot 60 \cdot 60 = 32\,400$  Sekunden ansehen. In Pferdestärken umgerechnet, würde diese Leistung einen Werth von

$$\frac{200\,000}{32\,400 \cdot 75} = 0,082$$

Pferdestärken ergeben. Demnach kosten 0,082 Pferdestärken täglich 3 M.; nimmt man eine tägliche Arbeitszeit von 9 Stunden an, so kosten 0,082 Pferdestärken stündlich  $\frac{3,00}{9} = 0,33$  M. oder eine Pferdestärke in einer Stunde

$$\frac{1}{0,082} \cdot 0,33 = 4,02 \text{ M.}$$

Mit diesem Werthe werden die Betriebskosten der übrigen Kleinkraftmaschinen zu vergleichen sein.

### Kleinmotoren, deren Wirkungsweise auf der chemischen Verwandtschaft (Affinität) beruht.

#### A. Gasmotoren.

Bei der grossen Bedeutung, welche gerade die Gasmotoren für die Kleinindustrie erlangt haben, mag es gerechtfertigt sein, einen kurzen Rückblick auf die grossen Erfindungen des Dr. Nicolaus August Otto, welcher 1832 in Holzhausen in Nassau geboren wurde, zu werfen. Obwohl Otto sich dem

---

\*) Anmerkung. Da Arbeit nach den Sätzen der Mechanik das Produkt aus Kraft und Weg ist und bei dem Rammbaren das Gewicht als abwärts treibende Kraft (Widerstand) auftritt, so heisst 180 000 mkg (sprich Meterkilogramm oder Kilogramm-meter), dass das Produkt aus dem Gewicht des Rammbaren in Kilogrammen und dem von dem Rammbaren zurückgelegten Weg in Metern 180 000 beträgt. Ob daher ein Mann einen Rammbaren von 1000 kg 180 m hoch hebt oder 180 kg 1000 m hoch, die Arbeitsleistung ist in beiden Fällen dieselbe.

Hier mag noch hinzugefügt werden, dass man eine Arbeitsleistung von 75 mkg in der Sekunde eine Pferdestärke nennt, das heisst, es ist eine Pferdestärke erforderlich, um ein Gewicht von 75 kg in jeder Sekunde 1 m hoch zu heben, oder es wird auch eine Pferdestärke geleistet, wenn 1 kg in jeder Sekunde 75 m hoch gehoben wird.

Kaufmannsstande gewidmet hatte, so zeigte er doch ein ausserordentlich reges Interesse und tiefes Verständniss für alle physikalischen Fragen, die mit den Fortschritten der Technik in Verbindung standen. Als Otto hörte, dass es gelungen sei, durch Explosion eines Gemisches von Leuchtgas und atmosphärischer Luft motorische Kraft zu entwickeln, kam er auf die Idee, für diese Kraftquelle eine Kraftmaschine zu konstruiren. Die ersten in dieser Richtung angestellten Versuche misslangen vollständig. Als es ihm indessen gelang, Eugen Langen, einen Schüler Redtenbachers und tüchtigen Konstrukteur, für seine Idee zu gewinnen, und Beide nun gemeinsam an die Arbeit gingen, konnte der erste Gasmotor gebaut werden. Die Wirkungsweise desselben entsprach derjenigen der ersten atmosphärischen Dampfmaschine. So wie Newcomen bei dieser den Dampf nicht als treibende Kraft, sondern nur zur Erzeugung eines Vacuums unter dem Kolben benutzte und die Kraftäusserung der äusseren atmosphärischen Luft überliess, so wurde bei dem ersten von Otto u. Langen nur stehend gebauten Gasmotor durch die Explosion des Gasgemisches auch nur ein Vacuum unter dem Kolben erzeugt. Dieser wurde bei der Explosion ohne Arbeitsverrichtung in dem Cylinder in die Höhe geworfen und dann mit der Schwungradwelle selbstthätig gekuppelt; hierauf ward derselbe in Folge des unter ihm vorhandenen Vacuums durch die äussere atmosphärische Luft arbeitsleistend niedergedrückt. Es war dies der atmosphärische Gasmotor, welcher 1867 auf der Pariser Weltausstellung neben einer grossen Anzahl französischer Maschinen ausgestellt war. Die letzteren waren von Lenoir und von Hugon konstruirt und ähnelten in ihrer ganzen Anordnung sehr der Watt'schen doppelwirkenden Dampfmaschine, ihre Wirkungsweise glich aber mehr derjenigen der Heissluftmaschinen.

Dem energischen Auftreten des Ausstellungskommissars, Geheimen Regierungsrathes Reuleaux, ist es vor Allem zu verdanken, dass auf der Pariser Ausstellung demjenigen Gasmotor der Preis zuertheilt werden sollte, welcher bei gleicher Leistung den geringsten Gasverbrauch zeigte. Nach eingehenden Versuchen stellte sich heraus, dass der Gasverbrauch bei den Maschinen von Lenoir zu Hugon zu Otto u. Langen sich verhielt wie 10 zu 6 zu 4. Demgemäss wurde der Maschine von Otto u. Langen die goldene Medaille zuerkannt. Nach diesem Erfolge

suchte Otto seinen Gasmotor, dem noch verschiedene Mängel anhafteten, zu verbessern. Er verliess das bisherige Prinzip der Kraftäusserung durch die atmosphärische Luft und ging zur direkten Einwirkung der bei der Explosion entwickelten Kraft auf den Kolben über und erfand den Hochdruckgasmotor, System Otto, welcher nachher das Vorbild für alle Gas-, Petroleum- und Benzinmotoren geworden ist. Otto machte also bei seinem eigenen Gasmotor genau dasselbe, was James Watt bei der Newcomen'schen Dampfmaschine that; bezeichnet man daher Watt als den Erfinder der Dampfmaschine, so muss man auch Otto als den Erfinder des Gasmotors nennen.

Die Otto'schen Gasmotoren werden von der Gasmotorenfabrik Deutz in Deutz bei Köln, deren Begründer und Leiter Otto u. Langen waren, gebaut. Die Konstruktion dieser Maschinen wird daher unter den Motoren der genannten Fabrik (Seite 26) näher angegeben werden.

Hier mögen nur noch einige allgemeine Bemerkungen Platz finden.

Als Kraftquelle dient für die Gasmotoren gewöhnlich das Leuchtgas, welches aus den Steinkohlen durch trockene Destillation hergestellt wird. Dasselbe besteht nach Rüdorff aus etwa

- 10 pCt. ölbildendem Gase (Aethylen),
- 40 pCt. Grubengas,
- 40 pCt. Wasserstoffgas,
- 6 pCt. Kohlenoxydgas

nebst kleinen Mengen von Kohlensäure, Stickstoff und Sauerstoff. Das Leuchtgas hat ein spezifisches Gewicht von 0,4 bis 0,6, es ist daher im Mittel nur halb so schwer als atmosphärische Luft. 1 cbm wiegt etwa 0,65 kg, oder 1 kg nimmt einen Raum von 1,54 cbm ein. Das Gas ist farblos, hat den bekannten durchdringenden Geruch und ist in Folge seines Gehaltes an Kohlenoxydgas sehr giftig.

Die lange Zeit von verschiedenen Seiten erörterte Frage, ob die Kraftentwicklung in dem Gasmotor durch eine Explosion stattfindet, die sich über den ganzen mit Gasgemisch erfüllten Raum erstreckt, oder ob eine allmähliche Entflammung und Kraftentfaltung im Cylinder vor sich geht, darf hier unerörtert bleiben. Ganz abgesehen davon, welche von den beiden sich einander gegenüber stehenden Ansichten auch die richtige sein möge, so

ist hier für diesen Vorgang doch das Wort Explosion gebraucht worden.

Hinsichtlich ihrer Wirkungsweise lassen sich die sämtlichen Gasmotoren eintheilen:

1. in Viertaktmotoren, das sind solche Motoren, bei denen auf je zwei Schwungradumdrehungen eine Explosion kommt und in
2. Zweitaktmotoren, das sind solche Motoren, bei denen auf jede einzelne Schwungradumdrehung eine Explosion erfolgt.

Die Viertaktmotoren sind die fast allgemein verbreiteten, auf diese möge daher auch nur näher eingegangen werden. Die grösste Verbreitung haben ohne Zweifel die Gasmotoren der

**Gasmotorenfabrik Deutz in Deutz bei Köln (Rhein)**  
gefunden.

Otto, der Erfinder des Hochdruckgasmotors, führte bei diesem zuerst den Viertakt ein, indem er zur Erzeugung des für die Explosion erforderlichen Gemisches von Gas und atmosphärischer Luft den im Cylinder beweglichen Kolben als Pumpenkolben wirken liess, das heisst, er liess den Kolben auf seinem Wege durch den Cylinder in der Richtung nach der Kurbelachse hin Gas und atmosphärische Luft ansaugen; es ist dies die Saugperiode. Hierauf musste der Kolben auf seinem Wege durch den Cylinder in entgegengesetzter Richtung, also in der Richtung von der Kurbelachse fort, das Gemisch zusammendrücken (komprimiren); es ist dies die Kompressionsperiode.

Wenn der Kolben die Kompression beendet hat, findet die Entzündung des Gemisches und die Kraftentwicklung in dem Cylinder statt. Der Kolben wird dann durch die auf ihn wirkende Kraft in der Richtung nach der Kurbelachse hin durch den Cylinder getrieben und leistet auf diesem Wege Arbeit, weshalb diese Periode auch Arbeitsperiode genannt wird. Bei dem nunmehr stattfindendem Rückgange treibt der Kolben dann die von der Explosion herrührenden und im Cylinder enthaltenen Verbrennungsprodukte aus; es ist dies die Ausblasperiode. Als dann beginnt wieder die Saugperiode und damit dasselbe Spiel von Neuem.

Wenn der Kolben demnach viermal den Cylinder durchheilt oder das Schwungrad zwei ganze Umdrehungen macht, so haben sich diese 4 Perioden einmal wiederholt, und es hat daher auch nur eine Zündung stattgefunden.

In Fig. 1 ist ein Otto'scher Gasmotor im Längenschnitt und in Fig. 2 im Grundriss dargestellt. Die Maschine gleicht, wie auf den ersten Blick zu ersehen ist, in ihrer Anordnung ganz den liegenden Dampfmaschinen. An dem Lagerbock ist der überhängende Cylinder angeschraubt. Ersterer enthält zugleich die Gleitbahn für den Kreuzkopf, welcher zwischen Kolbenstange *A* und Pleuelstange *B* eingeschaltet ist, und das Lager für die Kurbelwelle *E*. Der Cylinder, also derjenige Theil der Maschine, in welchem die Kraftentwicklung vor sich geht, ist an dem der Kurbelwelle zugekehrten Ende offen und an dem entgegengesetzten durch einen Deckel geschlossen, welcher den Steuerungsmechanismus für die Zuführung des Explosionsgemisches und die Vorrichtung für die Zündung enthält.

Der Antrieb des Steuerungsschiebers und des hiervon besonders angeordneten Auslassventils erfolgt durch eine der Längsaxe des Motors parallele Steuerungswelle *D*, (Fig. 2) welche durch Kegelräder von der Kurbelwelle *E* aus angetrieben wird. Der Arbeitscylinder ist noch mit einem äusseren Mantel umgeben. Der zwischen beiden befindliche Raum dient zur Aufnahme von Kühlwasser. Der Cylinder ist länger als der Hub des Kolbens, so dass bei der äussersten Stellung desselben, die in Fig. 1 mit *C* bezeichnet ist, zwischen dem Kolben und dem Cylinderdeckel noch ein Raum frei bleibt, aus dem die Verbrennungsgase durch den Kolben während der Ausblasperiode nicht ausgetrieben werden können. Würde nun der Kolben aus dieser Endstellung sich vorwärts nach dem Schwungrade hin bewegen, so werden demselben zunächst die in dem soeben beschriebenen Raum befindlichen indifferenten Verbrennungsgase folgen, hierauf lässt dann die Steuerung atmosphärische Luft und zuletzt erst ein Gemisch von Gas mit Luft in den Cylinder eintreten. Durch diese Zuführung der Gase wird erreicht, dass einestheils sich zwischen dem Explosionsgemisch und dem Kolben ein elastisches Luftkissen befindet, welches bei der Explosion die Stösse in dem Motor erheblich mildert, und dass andertheils in der Nähe der Zündungsstelle das Explosionsgemisch am gasreichsten ist, wodurch das sichere Eintreten der Zündung gewährleistet wird. Ist nun

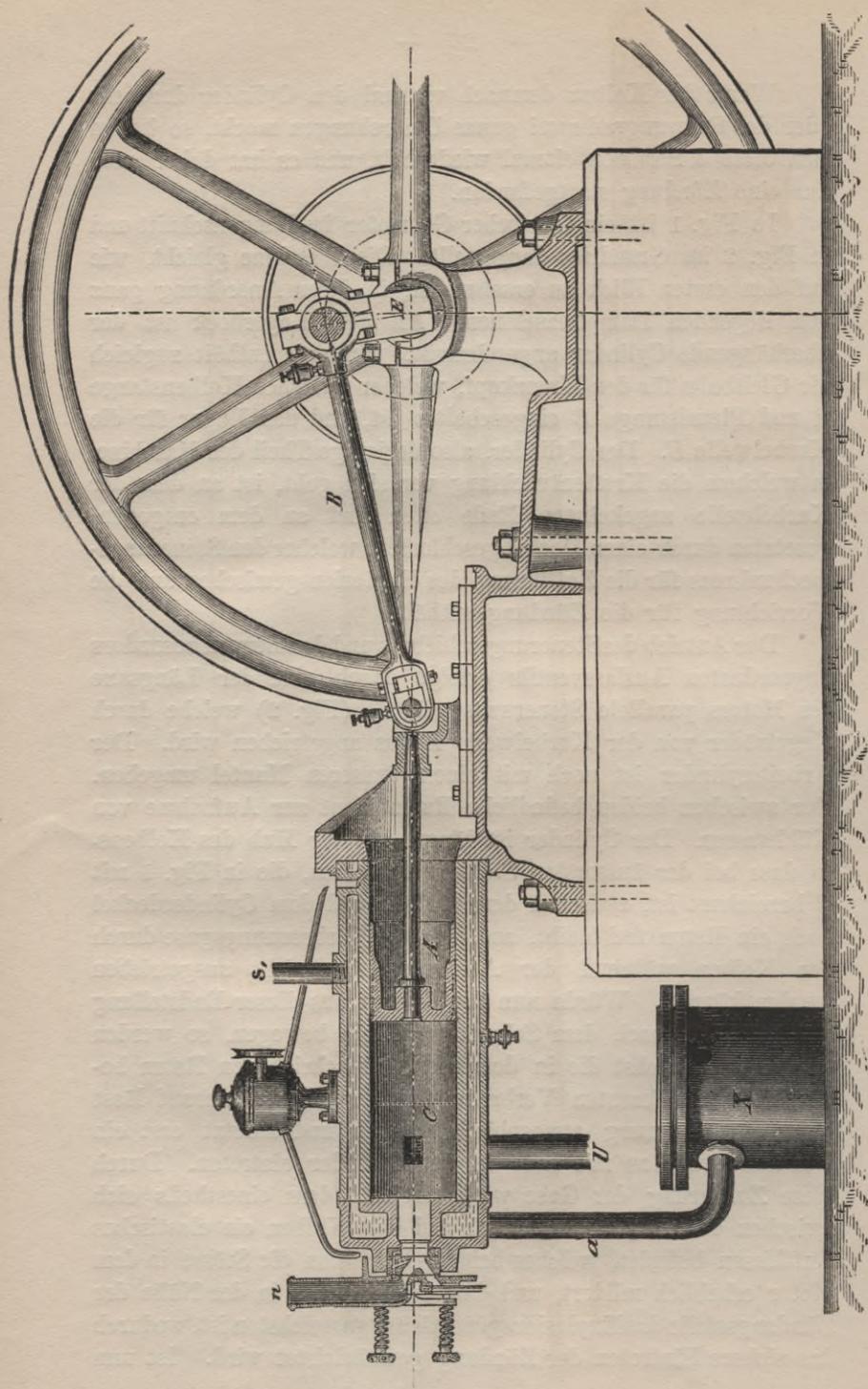


Fig. 1. Längenschnitt durch den Otto'schen Gasmotor.

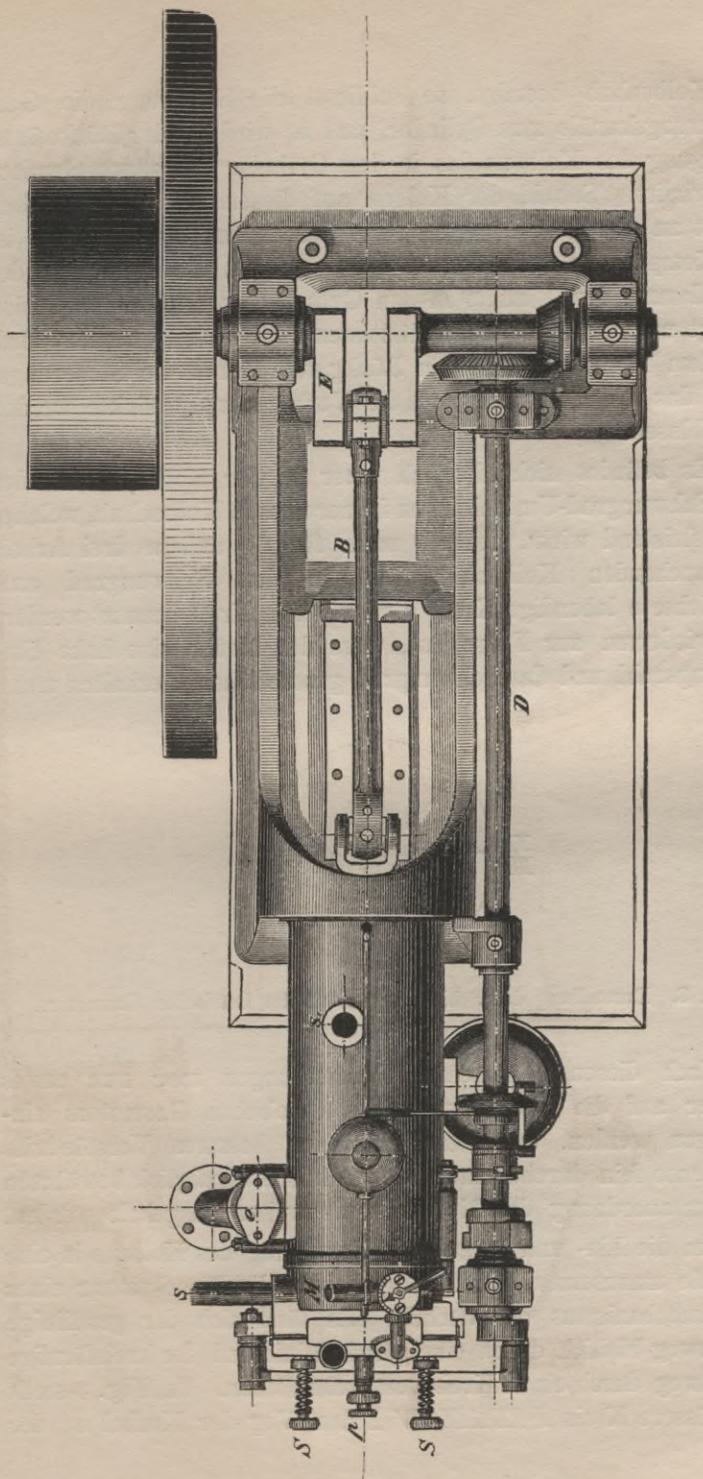


Fig. 2. Grundriss des Otto'schen Gasmotors.

der Kolbenhub beendet, so schliesst die Steuerung die Gaszuführungskanäle zum Cylinder, und es wird bei der Rückwärtsbewegung des Kolbens das in dem Cylinder enthaltene Gemisch komprimirt. Sobald der Kolben auf diesem Wege den todten Punkt an der geschlossenen Seite des Motors erreicht hat, ist die Kompression vollendet, und es gestattet die Steuerung der Zündflamme den Eintritt in den Cylinder, worauf die Explosion erfolgt und der Kolben arbeitsleistend vorwärts getrieben wird. Bei dem hierauf erfolgenden Rückgange öffnet die Steuerungswelle das Auslassventil, und die Verbrennungsprodukte werden ausgeblasen.

Es befindet sich hiernach unter je vier Kolbenhüben oder zwei Schwungrad-Umdrehungen immer nur ein Kolbenhub, welcher arbeitsleistend wirkt, deshalb muss für die andern drei Arbeit verbrauchenden Kolbenhübe die in dem Schwungrad aufgespeicherte lebendige Kraft als treibende Kraft benutzt werden, was wiederum zur Folge hat, dass der Motor eine hohe Umdrehungszahl und das Schwungrad grosse Massen erhalten muss.

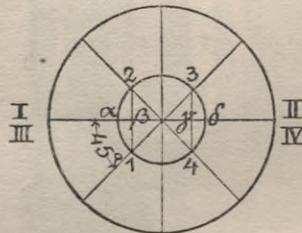


Fig. 3. Darstellung der Schieberbewegung des Otto'schen Gasmotors.

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen mag nun etwas genauer auf die Konstruktion des Otto'schen Gasmotors eingegangen werden, und zwar mag zum besseren Verständniss der ebenso fein durchdachten wie praktisch vorzüglich bewährten Gesamtanordnung des Motors etwas weiter ausgeholt werden.

Um die hin- und hergehende Bewegung des Kolbens in eine drehende umzusetzen, ist im Allgemeinen die Einschaltung eines Kurbelmechanismus erforderlich. Es lässt sich der gradlinige Kolbenweg bildlich durch eine gerade Linie und der kreisförmige Kurbelweg durch einen Kreis veranschaulichen. In Fig. 3 stellt der grössere Kreis *I II III IV I* den Weg der Pleuel an der

Schwungradwelle *E* (Fig. 2) (zwei ganze Umdrehungen) und die gerade Linie *I II III IV I* den dazu gehörigen Weg des Kolbens *A* (Fig. 1) im Cylinder (je zwei Hin- und Hergänge) dar. Befindet sich der Kolben in dem Punkte *I*, so steht auch die Kurbel in diesem Punkte; bewegt sich der Kolben auf der geraden Linie von *I* nach *II*, so geht die Kurbel auf dem Kreisbogen von *I* nach *II* und zwar so, dass beide in dem Punkte *II* wieder zusammentreffen; dasselbe gilt von dem Stücke *II—III*, *III—IV* und *IV—I* und den Punkten *III*, *IV*, *I*. Dass Kurbel und Kolben in der Maschine selbst räumlich von einander getrennt sind, ist für diese Betrachtung nicht von Belang; zu beachten ist nur, dass der Kolbenhub stets gleich dem doppelten Kurbelradius und somit stets der Durchmesser in dem dazu gehörigen Kurbelkreis sein muss.

Der kleinere Kreis 1 2 3 4, welcher konzentrisch in dem grösseren liegt, stellt den Weg der Kurbel *m* (Fig. 5), also des Antriebes des Steuerungsschiebers dar, während die gerade Linie  $\alpha \beta \gamma \delta$  wieder ein Durchmesser in diesem Kurbelkreise ist und denjenigen des Schiebers selbst veranschaulicht. Das vorhin von dem Kolben *A* und der Kurbel *E* Gesagte gilt in gleicher Weise von der Kurbel *m* und dem Steuerungsschieber *F* (Fig. 5).

Der Kolben *A* mit der Kurbel *E* und der Steuerungsschieber *F* mit der Kurbel *m* stehen hinsichtlich ihrer Bewegung in einem ganz bestimmten Zusammenhang, und zwar ist derselbe von dem Erfinder Otto höchst sinnreich so gewählt, dass die Kurbel *m* nur eine Umdrehung macht, während die Kurbel *E* deren zwei vollendet; daher macht der Kolben *A* den Weg von *I—II* viermal, während der Steuerungsschieber den seinigen von  $\alpha$  nach  $\delta$  nur zweimal zurücklegt. Weshalb diese Anordnung so gewählt wurde, wird aus der weiteren Ausführung klar werden. Es ist ferner noch zu beachten, dass, wenn die Kurbel *E* in dem Punkte *I* (Fig. 3) steht, die Kurbel *m* sich in *1* befindet, also auf ihrem Wege um  $45^\circ$  hinter demjenigen der Kurbel *E* zurücksteht; man sagt, die letztere eilt der ersteren um  $45^\circ$  nach. Macht daher der Kolben *A* und mit ihm die Kurbel *E* den Weg von *I—II*, so geht die Kurbel *m* von *1* bis *2* und der Steuerungsschieber von  $\beta$  nach  $\alpha$  und wieder zurück von  $\alpha$  nach  $\beta$ ; derselbe ist also in demselben Punkte wieder angelangt, von dem er ausging; geht die Kurbel *E* von *II* nach *III*, so macht der Kolben *A* ebenfalls den Weg

von *II* nach *III*, die Kurbel *m* legt aber nur den Weg von 2—3 und der Steuerungsschieber denjenigen von  $\beta$  bis  $\gamma$  zurück und so fort.

Erinnert man sich nun, dass der Otto'sche Gasmotor im Viertakt arbeitet, und dass jede Periode des Viertakts mit einem Kolbenhub zusammenfällt, so ist sofort klar, dass der Kolbenweg von *I—II* mit der Saugperiode, derjenige von *II* nach *III* mit der Kompressionsperiode, derjenige von *III—IV* mit der Arbeitsperiode und endlich derjenige von *IV—I* mit der Ausblaseperiode zusammenfällt. Hieraus ergibt sich die Aufgabe des Steuerungsschiebers: derselbe muss während der Saugperiode *I—II*, also auf seinem Wege  $\beta \alpha \alpha \beta$  Gas und atmosphärische Luft in den Cylinder eintreten lassen, während der darauffolgenden Kompressionsperiode *II—III*, also auf seinem Wege von  $\beta$  nach  $\gamma$  den Cylinder völlig abschliessen, damit die Kompression des Gemisches in dem Cylinder überhaupt stattfinden kann, und in dem Punkte *III*, also der Kolbenstellung, welcher die Stellung  $\gamma$  des Steuerungsschiebers entspricht, die Zündung bewirken und daher der Zündflamme den Eintritt in den Cylinder verstaten. Während der Arbeitsperiode *III—IV* muss der Schieber auf seinem Wege  $\gamma \delta \delta \gamma$  den Cylinder selbstredend wieder geschlossen halten. Endlich hat der Schieber während der Ausblaseperiode *IV—I*, also während seines Weges von  $\gamma$  nach  $\beta$  keine Funktion zu verrichten, da ein besonderes Ausblasventil vorhanden ist, welches während dieser Periode die Verbrennungsprodukte austreten lässt.

Der Schieber hat demnach eine dreifache Aufgabe zu erfüllen, derselbe muss

1. die Zuführung des Explosionsgemisches regeln,
2. den Cylinder völlig abschliessen und
3. die Zündung vermitteln.

Betrachtet man zunächst die erste Aufgabe, so sind zur Erfüllung derselben die beiden Oeffnungen *k* und *l* in dem Schieber-  
spiegel (vergl. Fig. 4 und 5) und der Kanal *rr*, in dem Schieber angeordnet. Durch die Oeffnung *k*, den Kanal *rr*, und den Schlitz *l* saugt der Kolben Anfangs auf seinem Wege von *I—II* zunächst nur atmosphärische Luft durch das Rohr *a* (vergl. auch Fig. 1) an, hierauf wird im weiteren Verlauf desselben von der Steuerungswelle *D* in geeigneter Weise ein kleines Gaszuströmungsventil geöffnet, welches bei Fig. 9 noch näher erläutert

wird und sich in dem Gehäuse *Z* befindet, so dass durch die Gaszuführungsbohrung *g* und die kleinen übereinander liegenden

Fig. 4.

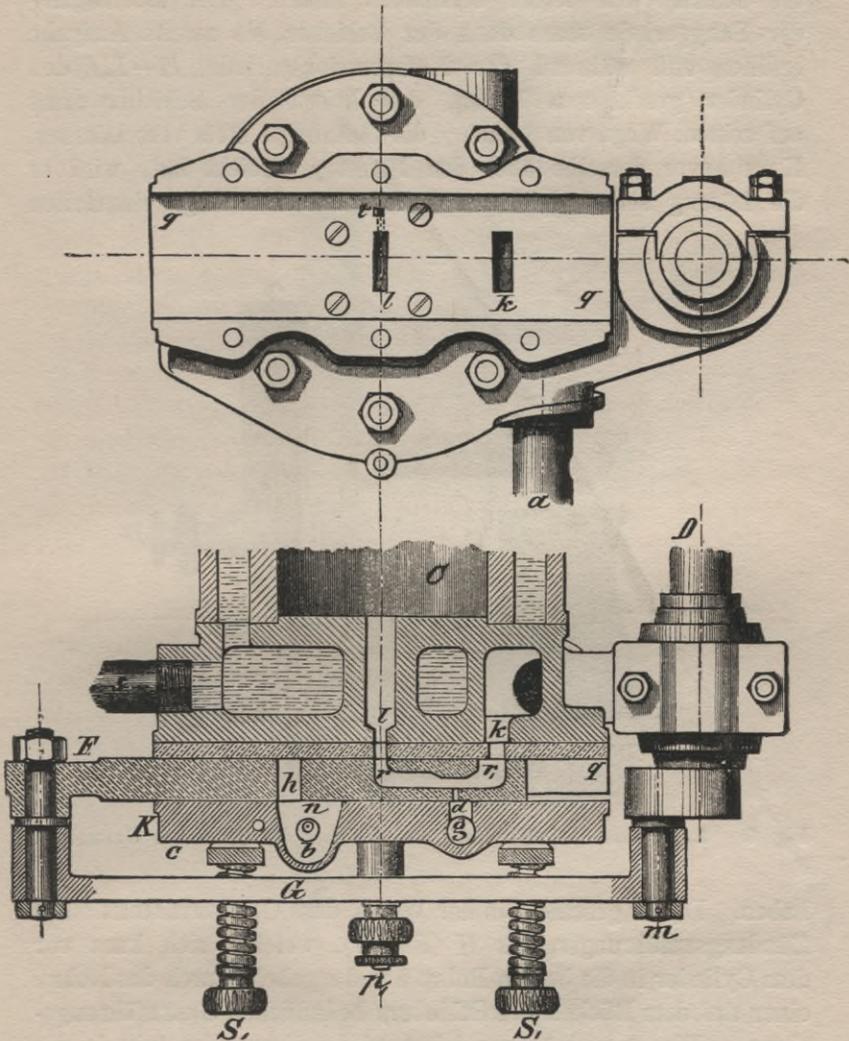


Fig. 5.

Fig. 4 und 5. Ansicht vom Schieberspiegel und wagerechter Schnitt durch den Schieber des Otto'schen Gasmotors.

Oeffnungen *d* (auf der Rückseite des Schiebers) das Gas zugleich mit der atmosphärischen Luft in den Cylinder

eintreten kann. Während der Saugperiode macht der Schieber nur den kurzen Weg von  $\beta$  nach  $\alpha$  und wieder zurück von  $\alpha$  nach  $\beta$ , woraus sich die erforderlichen Abmessungen für die Kanalweiten leicht bestimmen lassen. Bei Beendigung der Saugperiode muss dann der Schieber die zweite Aufgabe erfüllen und während der Kompressionsperiode *II—III* den Cylinder geschlossen halten, das heisst, der Schieber muss auf seinem Wege von  $\beta$  nach  $\gamma$  die Oeffnung  $l$  stets verschliessen. Kurz bevor derselbe aber den Punkt  $\gamma$  erreicht hat, wird er die Lösung seiner dritten Aufgabe, der Zündung, einzuleiten

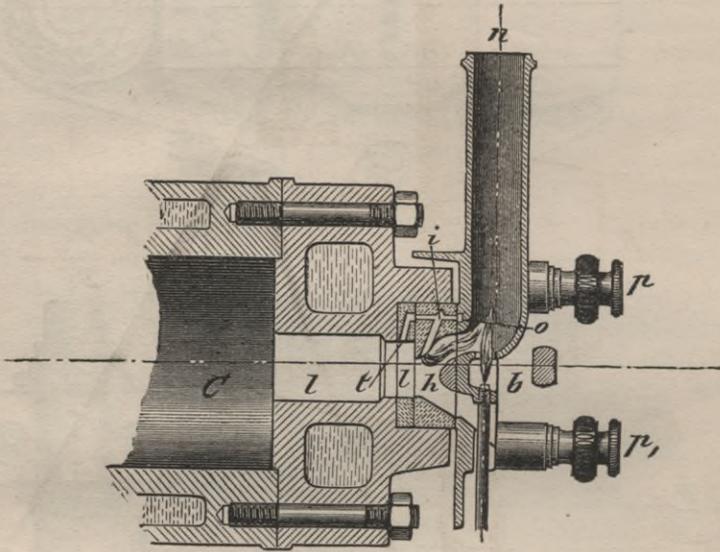


Fig. 6. Senkrechter Schnitt durch den Schieber des Otto'schen Gasmotors.

haben. Dieses geschieht in der Weise, dass Gas mittelst eines Zündungszuführungsrohres *H* (Fig. 7), welches sich kurz vor dem Cylinder in die beiden Rohre *b* und *c* gabelt, durch das Rohr *c* einer auf dem Rücken des Schiebers befindlichen Gaszuführungsrinne *o* (Fig. 6 und 7) zugeleitet wird; dieses Gas tritt in die im Schieber befindliche Bohrung *i* (Fig. 6) und entzündet sich in der Mulde *h* an der durch das Rohr *b* gespeisten Flamme durch eine Oeffnung im Kamin *n*. Diese Flamme brennt nun in der Schiebermulde *h* weiter, bis die Kompression beendet, der Kolben also bis *III* und der Schieber bis  $\gamma$  gekommen ist; sodann ist

auch die Schiebermulde  $h$  vollständig durch den Schieberdeckel verdeckt, und der Schieber hat die Gaszuführungsrinne  $o$  geschlossen, dafür ist aber der kleine Kanal  $t$  (Fig. 4), welcher mit dem im Innern des Cylinders komprimirtes Gemisch in Verbindung steht und nun die Flammenspeisung übernimmt, geöffnet. Als dann kann die Flamme, sobald der Schlitz  $l$  im Schieber Spiegel ebenfalls geöffnet worden, das Explosionsgemisch entzünden.

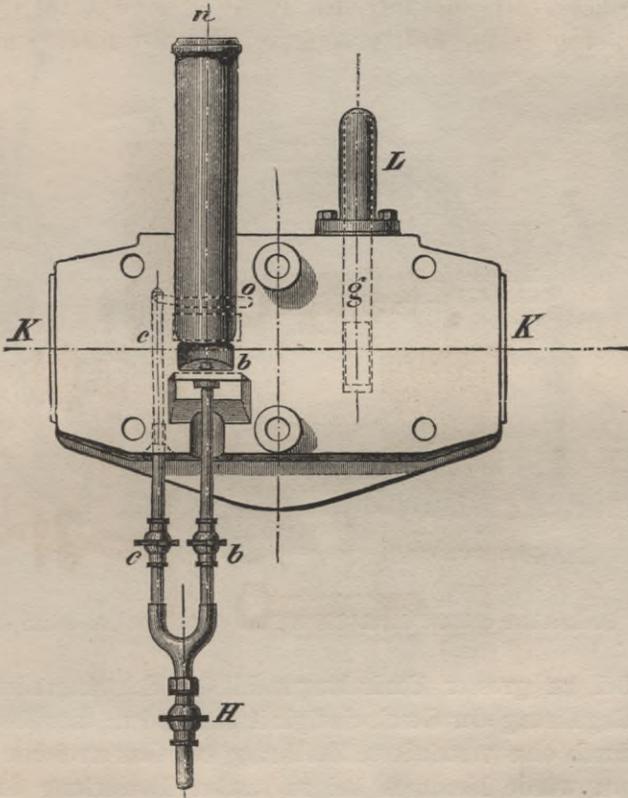


Fig. 7. Ansicht vom Schieberdeckel.

Der Schieber hält hierauf während seines Weges von  $\gamma$  nach  $\delta$  und wieder zurück nach  $\gamma$  den Cylinder geschlossen. Ist der Schieber aber wieder in diesem Punkte angekommen, so ist soeben von dem Nocken  $f$  (Fig. 8) an der Steuerungswelle  $D$  mittelst des Hebels  $u$  das Auslassventil  $e$  gehoben, und es hat die Aus-

strömung begonnen. Der Schieber nimmt dann auf seinem Wege einmal wieder dieselbe Stellung wie bei der Zündung ein, wobei ein leichtes Flackern der Zündflamme verursacht wird.\*)

Die Bewegung des Schiebers *F* (Fig. 5) erfolgt von der Steuerungswelle *D* vermittelt Kurbel *m* und Schubstange *G*. Das Festhalten desselben bewirkt der Schieberdeckel *K* durch die mit Federn versehenen Pressschrauben *S*, *S*, während die Schrauben *p*, ohne Federn ein Abklappen desselben verhüten sollen.

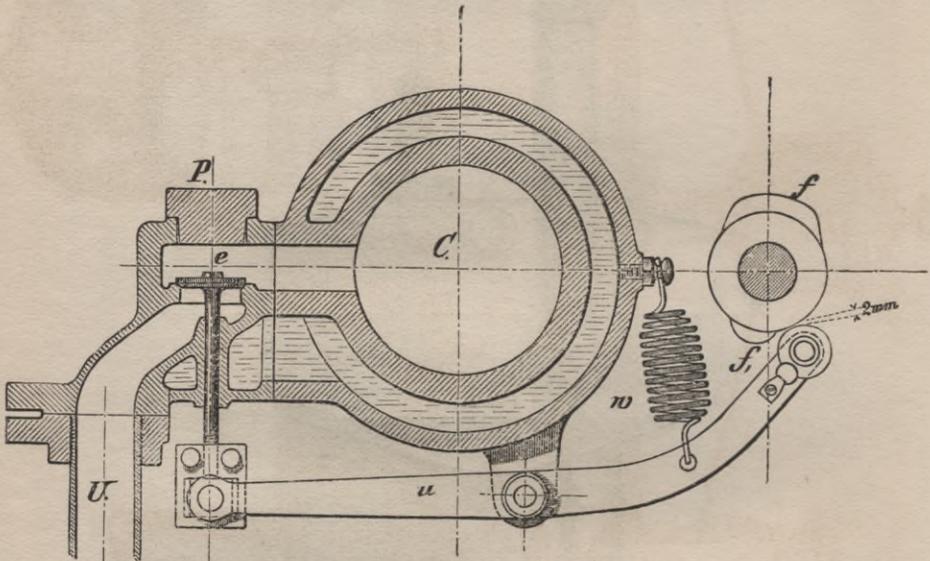


Fig. 8. Senkrechter Schnitt durch das Auslassventil des Otto'schen Gasmotors.

Bei zu grosser Umdrehungszahl des Schwungrades muss eine Regulirung der Geschwindigkeit stattfinden; dieselbe würde sich durch eine verminderte Zuführung von Gas erreichen lassen, indessen würde hierdurch bei zu starker Drosselung der Gaszuführung die Zündfähigkeit des Gemisches in Frage gestellt werden. Otto kam daher auf die Idee, die Gaszuführung in

\*) Anmerkung. Es möge hier noch für Fig. 6 erläuternd bemerkt werden, dass der Schnitt durch die Zündflamme *b*, Fig. 5, parallel der Längsaxe bis zum Schieberspiegel, dann an diesem entlang bis zur Cylindermitte und von da durch die Oefnung *l* in der Längsaxe des Cylinders gedacht ist.

einem solchen Augenblicke ganz auszusetzen, so dass der Kolben nur atmosphärische Luft ansaugen kann, dieselbe komprimirt, expandiren lässt und wieder ausstösst. In Folge dessen erhält

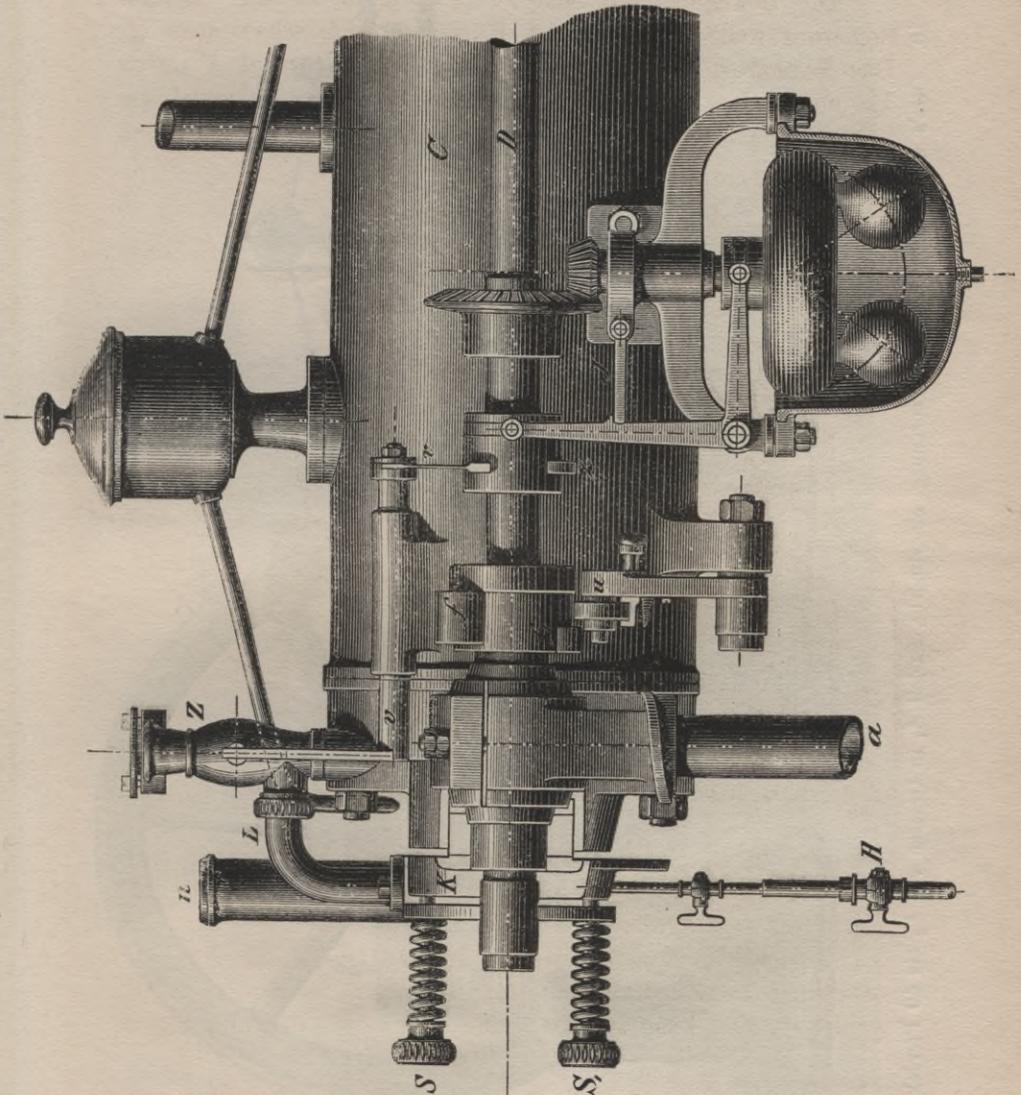
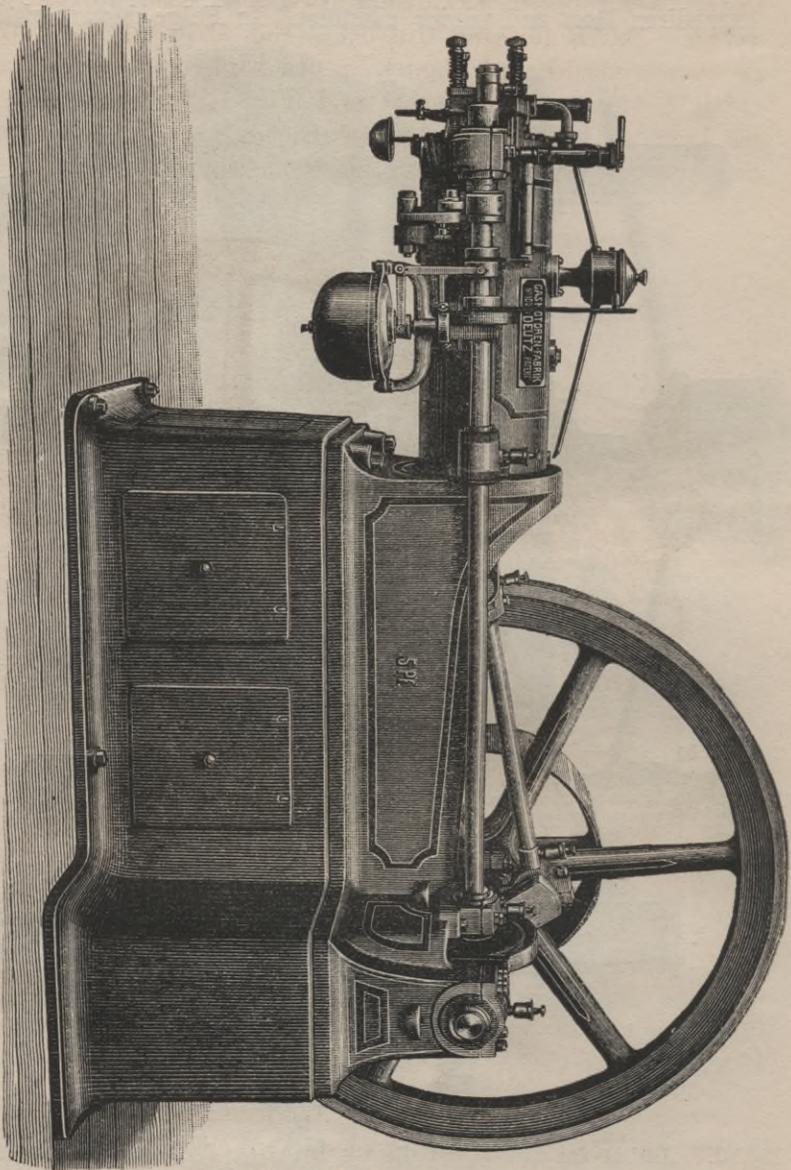


Fig. 9. Ansicht der Steuerungstheile mit Regulator des Otto'schen Gasmotors.

der Kolben nicht nur keine treibende Kraft, sondern die Maschine verbraucht noch von der vorhandenen überschüssigen Kraft durch die Reibung in den einzelnen Theilen.

Otto brachte zu diesem Zwecke unter der Steuerungswelle *D* (Fig. 9) einen kleinen Regulator an, welcher mittelst Hebel-

Fig. 10. Otto's neuer Motor liegender Anordnung; einzylindrig, Modell A, in Grössen von  $\frac{1}{2}$  bis 40 Pferdekraft.



übersetzung eine auf der Steuerungswelle sitzende Muffe verschiebt und durch den Nocken *z* und die Hebelwelle *v* das Zuströmungsventil in *Z* öffnet oder geschlossen lässt.

Da bei den Explosionen eine sehr erhebliche Wärmeentwicklung stattfindet, so ist eine gute Kühlung aller derjenigen Theile, welche einer Erwärmung ausgesetzt sind, vorgesehen worden. Das Kühlwasser tritt bei *s* (Fig. 5) in den Hohlraum zwischen Cylinder und Mantel ein und wird, wenn es bis auf 60° R. erwärmt ist, durch *s*, (vergl. Fig. 1) wieder abgeleitet und kann, da in sehr vielen Kleinbetrieben warmes Wasser gebraucht wird, vielfach anderweitige Verwendung finden.

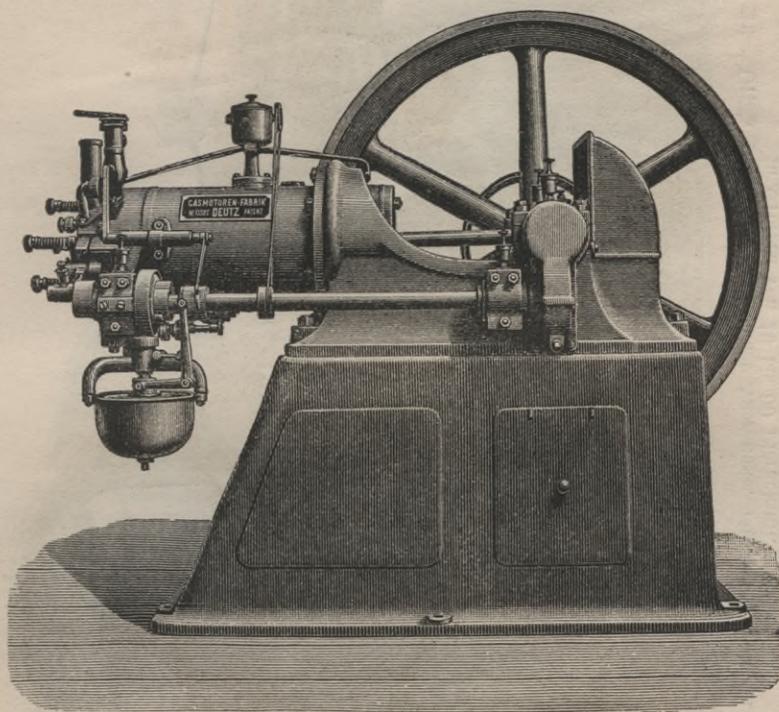
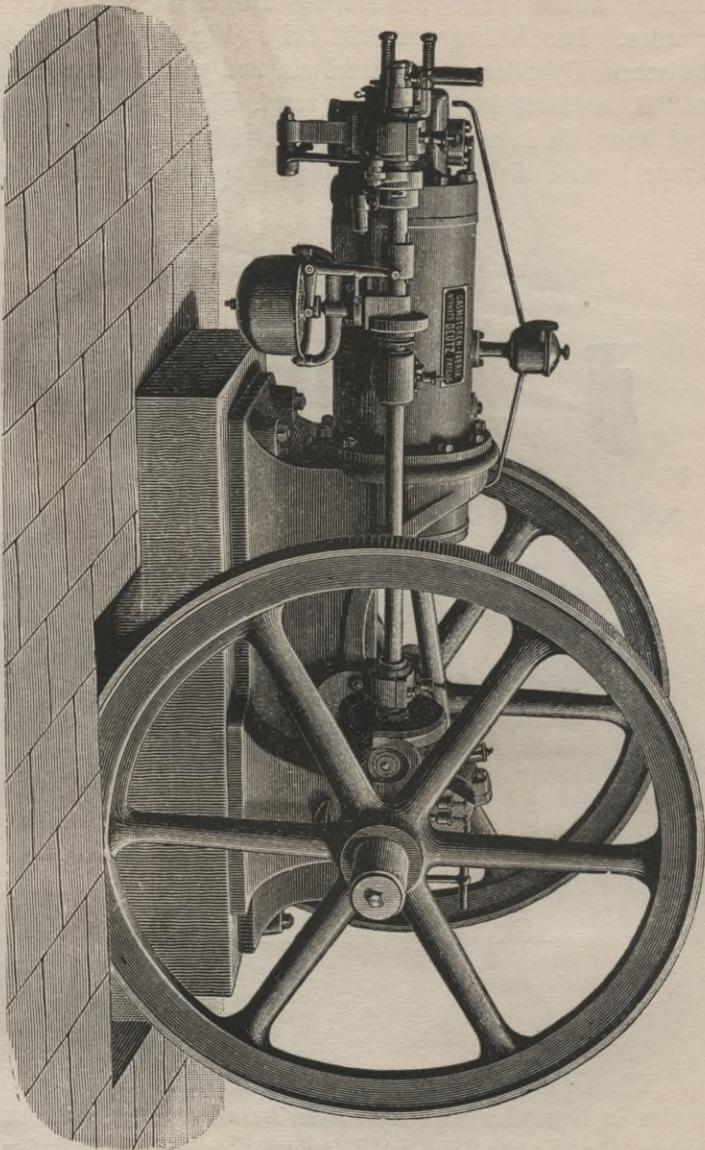


Fig. 11. Otto's neuer Motor liegender Anordnung, eincylindrig, Modell E, in Grössen von  $\frac{1}{2}$  bis 12 Pferdekraft.

Die Gasmotorenfabrik Deutz führt ihre Gasmotoren entweder in liegender oder stehender Anordnung aus; die ersteren haben für Kräfte bis 40 Pferdestärken einen Cylinder, und zwar wird meistens da, wo es der Aufstellungsraum gestattet, das Modell A (Fig. 10) angewendet. Ueberall da hingegen, wo der Raum für die Aufstellung beschränkt ist, wird man

je nach dem Kraftbedarf die horizontalen Motoren Modell E und G oder den vertikalen Motor Modell D nehmen.

Fig. 12. Otto's neuer Motor liegender Anordnung, einzylindrig, Modell G, in Grössen von 16 bis 50 Pferdekräft.



Die Motoren nach Modell E und G unterscheiden sich von Modell A dadurch, dass bei ihnen keine besondere Kreuzkopf-führung vorhanden ist, vielmehr ist der Kreuzkopfbolzen in den

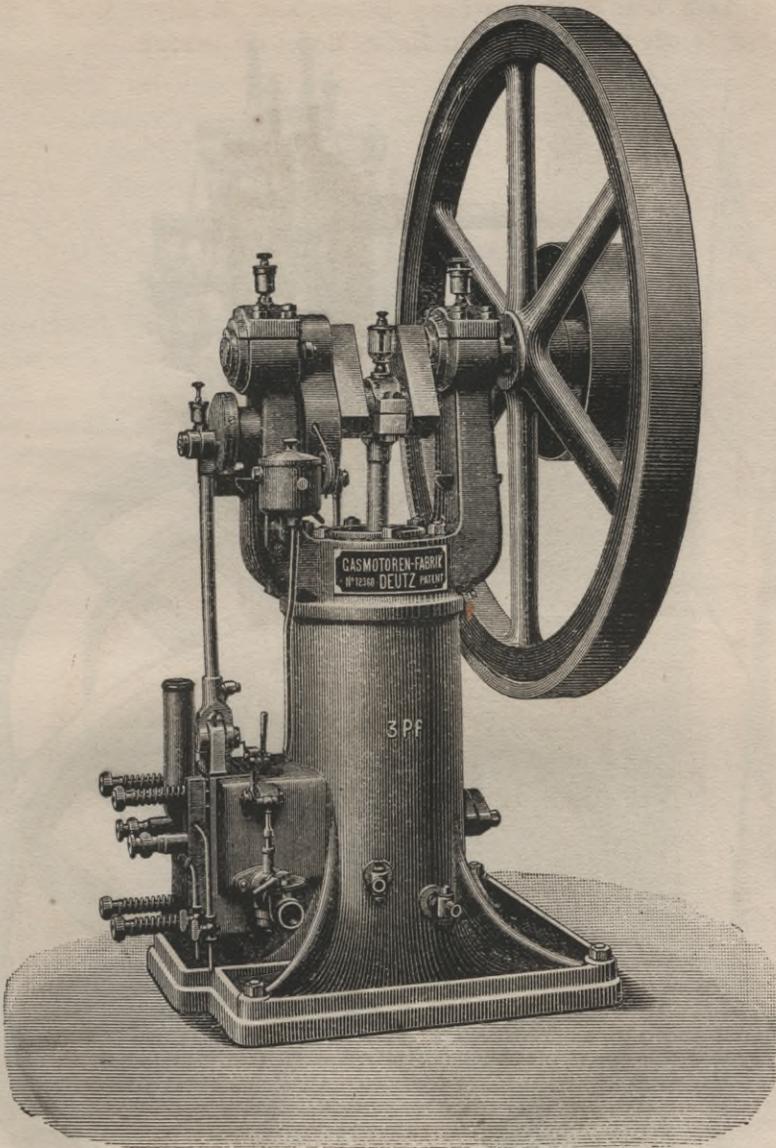
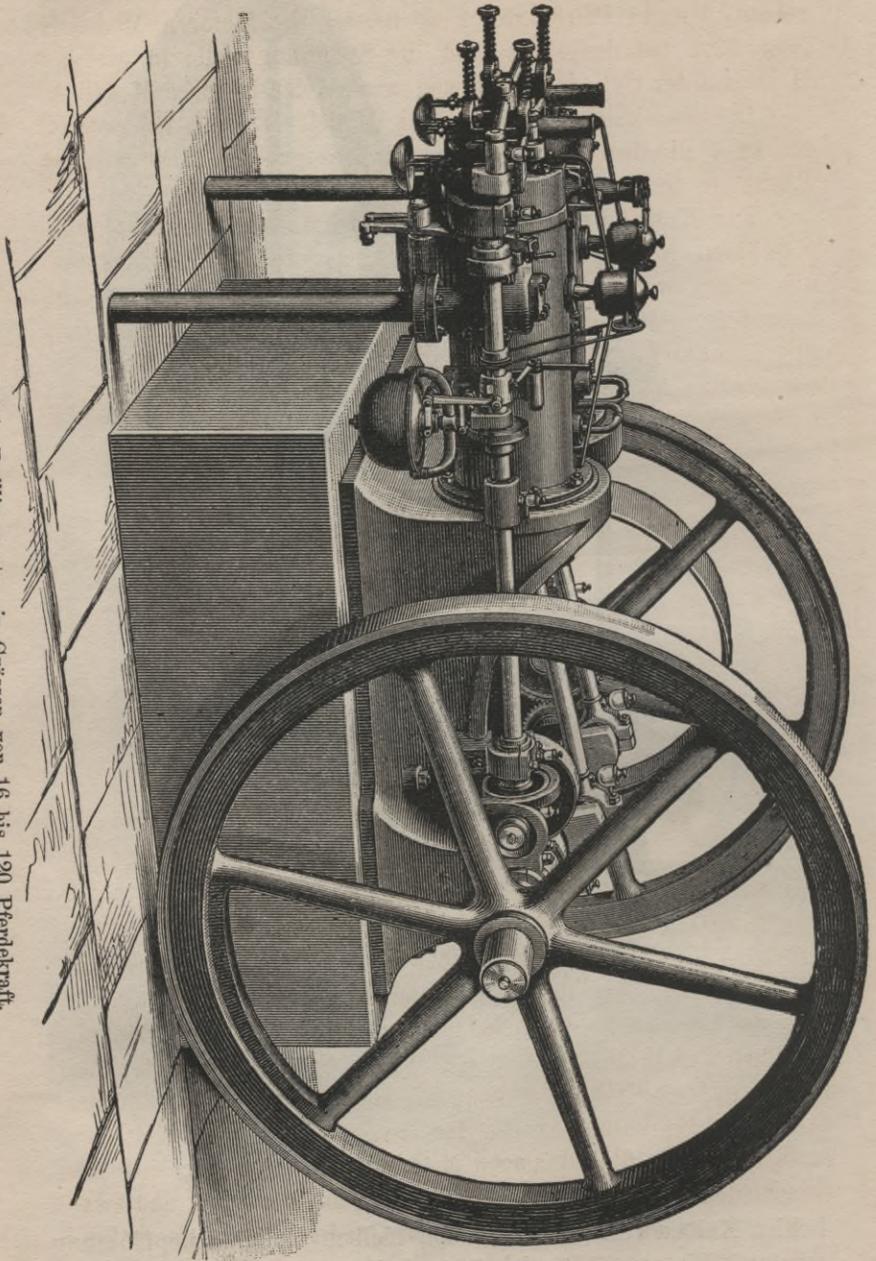


Fig. 13. Otto's neuer Motor stehender Anordnung,  
in Grössen von  $\frac{1}{2}$  bis 8 Pferdekraft.

hohlen Kolben verlegt, so dass der Kolben die Kreuzkopfführung ersetzt. Bis zu 12 Pferdekraften heissen die Motoren Modell E (Fig. 11) und werden mit tief liegender Steuerungswelle, die

Fig. 14. Otto's Zwillingsmotor, in Grössen von 16 bis 120 Pferdekraft.



ihren Antrieb von der Kurbelwelle durch Schraubenräder erhält, gebaut; von 16 Pferdekraften ab heißen die Motoren Modell G (Fig. 12); bei denselben liegt die Steuerungswelle in gleicher Höhe mit der Cylinderaxe, genau wie bei den Motoren Modell A.

Die vertikalen Motoren nach Modell D (Fig. 13) werden bis zu 8 Pferdestärken gebaut und beanspruchen noch weniger Raum als die horizontalen.

Für Kräfte von 16 bis 120 Pferdestärken werden die Gasmaschinen mit zwei Cylindern, sogenannte Zwillingsmotoren, ausgeführt (vergl. Fig. 14). Ebenso sind die Maschinen, welche besonders für elektrische Beleuchtungsanlagen bestimmt sind und sich durch ausserordentlich gleichförmigen Gang auszeichnen, als Zwillingsmotoren in Stärken von 4 bis 12 Pferdekraften konstruirt.

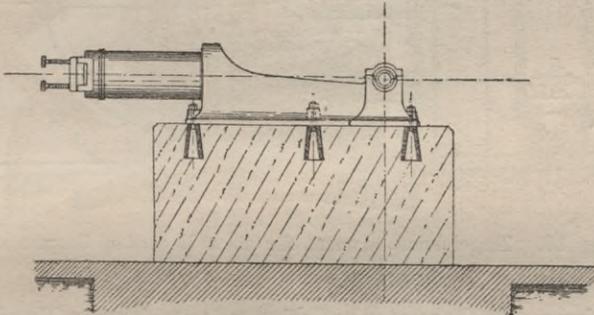


Fig. 15. Quadersteinfundament für einen liegenden Gasmotor.

Nach den vorhergehenden Ausführungen sind diese Abbildungen ohne weitere Erläuterung verständlich; hinsichtlich des Raumbedarfs der einzelnen Motoren, der Umdrehungszahlen etc. wird hier auf die letzten Seiten dieses Buches verwiesen.

In Bezug auf den Ort der Aufstellung ist zu erwähnen, dass die Gasmotoren ohne irgend welche polizeiliche Erlaubniss in jedem Lokal, ja sogar in den oberen Stockwerken bewohnter Räume aufgestellt werden können. Haupterfordernisse sind nur, dass eine Gasleitung vorhanden ist, und dass der Motor gut fundamentirt werden kann. Im Allgemeinen lassen sich drei verschiedene Arten der Fundamentirung unterscheiden und zwar:

1. kann der Gasmotor auf einem Quadersteinfundament durch Steinschrauben, welche in dem Stein mit Blei oder Cement zu vergiessen sind (vergl. Fig. 15), befestigt werden;

2. kann der Gasmotor auf einem Fundament Aufstellung finden, welches aus hartgebrannten Ziegelsteinen in Cement aufgeführt wird. Die Befestigung geschieht durch eingemauerte Ankerplatten und Bolzen (vergl. Fig. 16);

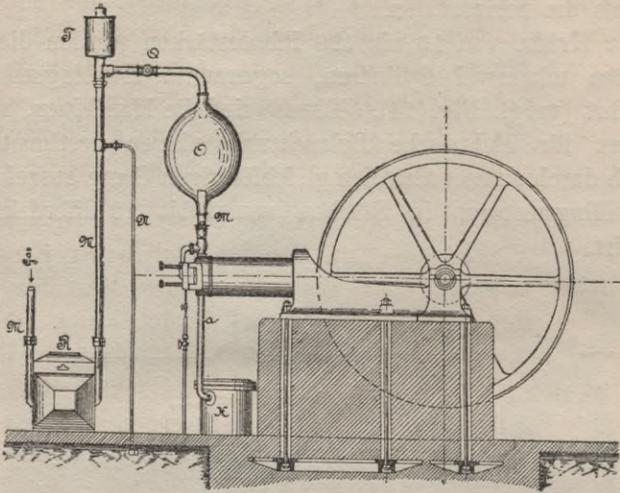


Fig. 16. Ziegelsteinfundament für einen liegenden Gasmotor.

3. kann der Gasmotor auf dünnem gusseisernen Fundamentbock, der sich auf dem Fussboden oder dem Gebälk gut durch Schrauben befestigen lässt, aufgestellt werden (vergl. Fig. 17).

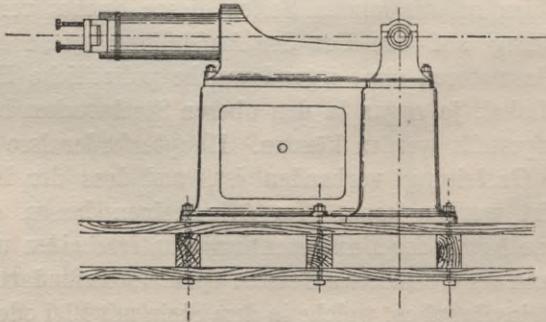


Fig. 17. Gusseiserner Fundamentbock für einen liegenden Gasmotor.

Diese letztere Art der Fundamentirung wird namentlich angewendet, wenn der Gasmotor in den Stockwerken bewohnter Häuser seinen Platz finden soll, während die beiden ersten sich gut zur Fundamentirung auf der ebenen Erde eignen. Ein besonderes Augenmerk ist darauf zu richten, dass alle Theile unter der Maschine, sei es Erdboden, Mauerwerk (Gewölbe), Gebälk etc., auch tragfähig sind, das heisst, die unter dem Fundament gelegenen Theile müssen die Last des Motors nicht allein sicher tragen können, sondern auch eine Gewähr dafür bieten, dass während des Betriebes keine Sackungen eintreten. Die Maschine darf daher nie auf angefaulte Fussbodenbalken oder auf aufgeschütteten Erdboden fundamantirt werden.

Es scheint immer gerathen zu sein, dass derjenige, welcher einen Gasmotor aufstellen will, sich hinsichtlich der Errichtung des Fundamentes und der Befestigung der Maschine selbst an die den Motor liefernde Fabrik wendet. Bei der Aufstellung ist noch besonders darauf zu achten, dass die Kurbel-lager und die Kreuzkopfführung genau horizontal liegen und der Rahmen der Gasmaschine beim Festschrauben nicht verspannt wird.

Ausser für eine sichere Fundamentirung ist, wie aus dem Vorhergehenden schon ohne Weiteres hervorgehen dürfte, noch zu sorgen:

1. für die Gaszuleitung zu der Maschine und zu den Zündflammen,
2. für die Ableitung der Verbrennungsprodukte,
3. für die Luftzuleitung und
4. für die Kühlung des in Folge der Explosionen stark erhitzten Cylinders.

Was nun zunächst die Gaszuleitung betrifft, so erfolgt dieselbe durch die in Fig. 16 und 18 mit *M* bezeichneten und mit der vorhandenen Gasleitung in Verbindung stehenden Gasröhren, deren Durchmesser sich nach der Grösse des Motors richtet (vergl. die nachfolgende kleine Tabelle). Das Gas hat, bevor es in den Cylinder der Maschine und in die beiden Röhren für die Zündung treten kann, noch den Gasmesser *R* zu passiren, dessen Grösse ebenfalls in der Tabelle angegeben ist.

Da der Gasmotor das Gas aus der Leitung nur während der Saugperiode, also innerhalb gewisser Intervalle plötzlich entnimmt, so ist noch die Einschaltung eines elastischen Vorrathsbehälters, welcher meistens ein Gummibeutel *O* ist, in die Gaszuleitung möglichst in der Nähe des Motors erforderlich. Ein solcher Gummibeutel muss im aufgeblähten Zustande etwa für 10 bis 15 Cylinderfüllungen Gas enthalten; genügt ein Beutel nicht, so schaltet man deren mehrere hintereinander ein. Zum Speisen der Zündflammen, welches durch ein 8 bis 16 mm weites Rohr *N* (Fig. 18) und die Gabelung *b* und *c*

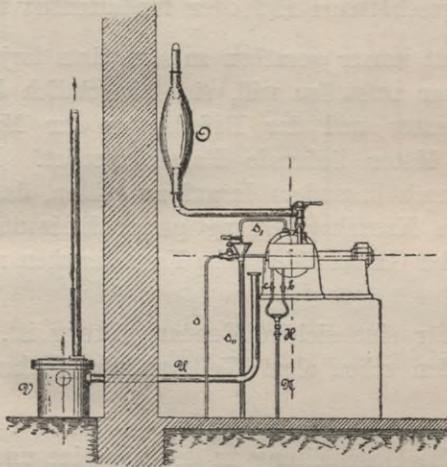


Fig. 18. Leitungsröhren für einen Gasmotor.

geschieht, ist ein geringster Gasdruck von 20 mm Wassersäule\*) erforderlich.

---

\*) Wenn man ein an beiden Enden offenes, grades Glasrohr in der Form eines grossen lateinischen U biegt, die Schenkel dann etwa zur Hälfte voll Wasser giesst und den einen derselben mit der Gasleitung durch einen Gummischlauch in Verbindung bringt, dann wird in den beiden Schenkeln das Wasser in Folge des Gasdruckes verschieden hoch stehen. Je grösser der Gasdruck, desto grösser ist dieser Höhenunterschied; man kann auf diese Weise also leicht den Gasdruck messen. Ist der Höhenunterschied z. B. 20 mm, so sagt man, es ist ein Gasdruck von 20 mm Wassersäule vorhanden.

Lichter Durchmesser der Gaszuleitungsröhren  
und Grösse des Gasmessers.

		Stärke des Gasmotors in Pferdestärken.							
		1/2	1	2	3—5	6—8	10—12	16—20	25
Vom Regulirhahn am Motor bis zum Gummibeutel	Zoll engl.	1/2	3/4	3/4	1	1 1/4	1 1/4	1 1/2	2
	mm	16	20	20	25	33	33	40	50
Vom Gummibeutel bis ca. 30 m Ent- fernung von dem- selben	Zoll engl.	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3
	mm	20	26	33	40	50	65	76	76
Anschluss von 30 m Entfernung vom Gummibeutel bis Hauptleitung auf etwa 100 m Länge	Zoll engl.	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4
	mm	26	33	40	50	65	76	90	100
Gasmesser- } in Flammen Grösse } in cbm		5	10	20	30	50—60	80—100	150	200
		0,7	1,4	2,8	4,2	7,1—8,5	11,3—14,2	21,3	28,4

Sollen ausser dem Gasmotor noch Gasbeleuchtungsflammen gespeist werden, so sind die Rohrdurchmesser selbstredend entsprechend grösser zu wählen.

In den Fällen, wo trotz des Gummibeutels und der Regulirung des Haupthahnes *Q* (Fig. 16) ein Zucken der benachbarten Gasbeleuchtungsflammen stattfindet, empfiehlt sich die Einschaltung eines besonderen Gasdruckregulators *T* (Fig. 16). Durch den soeben erwähnten Haupthahn *Q* kann der Gaszufluss abgesperrt oder angestellt werden, ebenso sind besonders kleine Absperrvorrichtungen in der Zündungsleitung *N* vorhanden (vergl. *H c* und *b* Fig. 17), sowie an der tiefsten Stelle ein Hahn oder Pfropfen zum Ablassen von Kondensationswasser.

Die Ableitung der Verbrennungsprodukte geschieht durch ein am Stutzen des Auslassventils *e* (vergl. Fig. 8) befestigtes Ausblaserrohr *U* (vergl. Fig. 8 und 18), welches für Gasmotoren bis zu 8 Pferdestärken aus gutem, schmiedeeisernen Gasrohr, für Maschinen über 8 Pferdestärken aber aus guten, gusseisernen Röhren besteht. An diese Ausblaseleitung schliesst sich der Ausblasetopf *V*, aus welchem die Verbrennungsgase durch ein

\*) Die grösseren Zahlen gelten für die grösseren Gasmotoren.

senkrecht ins Freie geführt werden. Man hüte sich, dieses Rohr in einen Kamin, Kanal oder irgend einen Behälter zu leiten, da durch dasselbe zuweilen noch unverbrannte Gase entweichen, welche dann durch ihre Explosion in dem Kamin etc. Schaden anrichten können.

Der Ausblasetopf  $V$  soll das Geräusch der ausströmenden Gase verringern und sowohl das sich bildende Kondensationswasser als auch die aus dem Cylinder mitgerissenen Schmierrückstände aufnehmen. Unter bewohnten Räumen kann es bei grösseren Motoren erforderlich werden, dass mehrere Ausblasetöpfe hintereinander eingeschaltet werden müssen. Jeder solcher Topf ist mit einer Vorrichtung zum Ablassen des Kondensationswassers versehen. Dasselbe hat etwa alle 1—3 Tage zu geschehen und darf namentlich im Winter bei Frostwetter nicht vergessen werden, damit der Topf nicht einfriert.

Die durch das Ausblaserrohr entweichende Wärme kann unter Umständen zu Heizungszwecken verwendet werden.

Um das Geräusch beim Luftansaugen (während der Saugeperiode) möglichst zu verringern, ist unmittelbar unter dem möglichst kurz zu bemessenden Saugerrohr  $a$  (vergl. Fig. 1, 4, 9 u. 16) noch ein Ansaugtopf  $x$  eingeschaltet. Derselbe ist unten mit Löchern versehen, durch welche die Luft in den Topf tritt. Dass für peinlichste Reinhaltung derselben Sorge getragen wird, versteht sich wohl von selbst.

Wie schon erwähnt, entwickelt sich bei der Explosion im Cylinder eine beträchtliche Wärme, so dass eine fortgesetzte Abkühlung der Cylinderwandungen unbedingt erforderlich ist. Dieselbe lässt sich in zweifacher Weise erreichen, indem entweder der Motor an eine vorhandene Druckwasserleitung, oder an besondere Kühlgefässe angeschlossen wird. Das Wasser tritt durch das Rohr  $s$  (Fig. 5 und 18) in den Hohlraum zwischen äusserer Cylinderwandung und dem Mantel ein und entweicht, nachdem es sich erwärmt, an der höchsten Stelle durch das Rohr  $s$ , (Fig. 1 und 18). Damit das Schmieröl im Innern des Cylinders nicht verdampft und dadurch die Schmierung aufhört, darf das abfliessende Wasser nur eine Temperatur von höchstens etwa  $60^{\circ}$  R. haben.

Je nach dem Druck, welcher in der Wasserleitung vorhanden ist, nimmt man den lichten Durchmesser der Zuflussleitung 8—16 mm weit, jedenfalls muss durch dieselbe für jede Pferde-

kraft und Stunde eine Wassermenge von 40 Litern hindurchfließen können. Für einen 6pferdigen Gasmotor müssten demnach, wenn derselbe 10 Stunden im Betrieb ist,  $6 \cdot 10 \cdot 40 = 2400$  Liter Wasser durch die Zuleitung dem Motor zugeführt werden können. Um die Temperatur des abfließenden Wassers sowie die Menge desselben beachten zu können, lässt man es aus dem Rohr  $s_1$  in einen etwas tiefer liegenden Trichter des Rohres  $s_2$  frei eintreten.

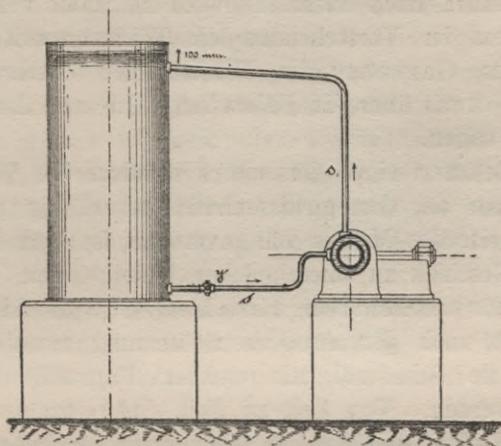


Fig. 19. Kühlgefäß für einen Gasmotor.

In Fig. 19 ist ein Kühlgefäß mit seinen Rohranschlüssen nach dem Gasmotor dargestellt. Durch das Rohr  $s$ , in welchem ein Dreiweghahn  $y$  zum Absperrn, Einschalten und Leerlaufen des Kühlgefäßes vorhanden ist, tritt das Wasser in den Hohlraum zwischen Cylinder und Mantel, sodann fließt dasselbe nach dem Kühlgefäß durch das stets ansteigende Rohr  $s_1$ , welches mindestens 100 mm unter dem Wasserspiegel einmündet, zurück. In dem Kühlgefäß selbst findet eine fortwährende Zirkulation des Wassers statt, da das schwerere, kältere Wasser stets zu Boden sinkt. Von Zeit zu Zeit muss das in dem Gefäß an der Oberfläche verdunstende Wasser durch Nachfüllen ersetzt werden. Während des Betriebes darf selbstredend kein Umrühren des Wassers stattfinden, da dadurch die Zirkulation desselben gestört würde. Das Kühlgefäß wird zweckmässig so aufgestellt, dass der Boden nur unerheblich tiefer liegt als die untere Cylinderkante des Motors; höher, ja sogar in höheren Etagen kann das Kühlgefäß ohne

Beeinträchtigung seiner Wirkung gut aufgestellt werden. Der Inhalt der Kühlgefäße muss etwa 40 Liter für die Pferdestärke und Stunde betragen, so dass demnach ein 4pferdiger Motor für einen 10stündigen Betrieb ein Kühlgefäß von  $4 \cdot 10 \cdot 40 = 1600$  Liter Inhalt haben muss.

Es sei noch erwähnt, dass alle mit Wasser gefüllten Theile bei Frostwetter vor dem Einfrieren sorgfältig zu schützen sind; am Rathsamsten ist es, wenn man alle Theile, in denen sich Wasser befindet, nach Einstellung des Betriebes völlig entleert.

Nachdem im Vorstehenden die Wirkungsweise und Aufstellung des Gasmotors im Wesentlichen beschrieben sind, bleibt noch etwas über die Behandlung, In- und Ausserbetriebsetzung zu sagen.

Der Besitzer eines Gasmotors vertraue die Wartung nur einem Manne an, der gewissenhaft, zuverlässig und mit der Wirkungsweise des Motors völlig vertraut ist, und der überdies Lust und Geschick zu einem solchen Posten zeigt. Die Hauptbedingung für die Erhaltung eines Motors ist peinlichste Sauberkeit; sofort nach der Ausserbetriebsetzung muss daher alles herabgetropfte Schmieröl mit weicher Putzwolle sauber abgewischt werden. Von Zeit zu Zeit sind einzelne Theile wie Schieber, Kolben und Ventile abzunehmen und ebenfalls sorgfältig zu reinigen. Befindet sich ein Gasmotor täglich im Betriebe, so muss etwa alle acht Tage der Schieber abgenommen und in allen seinen Theilen unter Zuhülfenahme von Petroleum sorgfältig von angesetzten Russtheilen gereinigt werden. Ebenso sind die Kanäle im Cylinderkopf zu behandeln, die scharfen Kanten der Oeffnungen dürfen hierbei aber unter keinen Umständen beschädigt werden. Vor dem Zusammensetzen sind alle Theile gut zu ölen.

Bei Verwendung von gutem Schmieröl ist die Herausnahme und Reinigung des Kolbens nur etwa alle 6 Monate erforderlich. Zu diesem Zwecke nehme man zunächst den Kreuzkopfszapfen heraus und schlage die Pleuelstange *B* (Fig. 1 und 2) nach rückwärts, hierauf öffne man das Auslassventil ein wenig und ziehe den Kreuzkopf mit Kolbenstange und Kolben behutsam vor, achte aber besonders darauf, dass der Kolben und die Kolbenringe nicht gegen die Kreuzkopfführungen stossen, wodurch dieselben leicht beschädigt werden können. Nunmehr löse man die festsitzenden Kolbenringe unter Zuhülfenahme von Petroleum

und nehme sie dann in der Weise ab, dass man zunächst an einer Stelle den Ring behutsam vom Kolben abzieht und zwischen Ring und Kolben ein Stückchen Weissblech schiebt, hierauf wiederhole man dasselbe an einer zweiten, dritten und event. vierten Stelle bis sich der Ring bequem abstreifen lässt. Zerbrochene Ringe benutze man niemals wieder; sind Ersatzringe nicht zur Hand, so setze man den Kolben unter Weglassung der zerbrochenen Ringe ein, achte aber darauf, dass die Stossfugen der Ringe zwar gegeneinander versetzt, aber alle an der unteren Kolbenseite anliegen.

Die innere Cylinderwandung ist unter Vermeidung aller scharfen und harten Theile wie Schabeeisen, Messer etc. ebenfalls sorgfältig zu reinigen. Die Putzwolle darf nicht sandig sein, auch dürfen die einzelnen Theile wie Kolben, Kolbenringe etc. nie auf den Fussboden gelegt oder gestellt werden, da ein anhaftendes Sandkorn im Betriebe diese Theile beschädigt.

Zur Vermeidung des Ansetzens von Verbrennungsrückständen empfiehlt es sich, kurz vor dem Anhalten des Motors in die Schmierlöcher für Kolben und Cylinder etwas Petroleum zu geben.

Das Auslassventil *e* (Fig. 8) muss zeitweise auf seinen dichten Verschluss geprüft werden, da bei Undichtigkeit desselben während der Kompressionsperiode Gasverluste auftreten. Stellt sich bei der Untersuchung heraus, dass dasselbe undicht ist, so muss es mit Schmirgelpapier sorgfältig eingeschliffen werden. Vor dem Auseinandernehmen merke man sich aber genau den Abstand der Führungsschleife (zwischen Hebel *u* und Ventil *e*, Fig. 8) von der unteren Seite des Ventilgehäuses, damit man nach dem Reinigen das Ventil richtig einsetzen kann, und achte darauf, dass die Feder *w* das Ventil auch selbstthätig wieder schliesst.

Vor der Inbetriebsetzung des Motors sind alle arbeitenden Theile sorgfältig vom Schmutz zu reinigen, alle Reibungsflächen und Zapfen zu ölen und die Schmiertöpfe auf dem Cylinder mit einer Mischung von einem Theil reinen Rüböls und vier Theilen guten Mineralöls zu füllen. Die Schmiertöpfe der Lager und der Pleuelstange werden mit konsistentem Fett gefüllt, und der Stift des Auslassventils mit Petroleum geschmiert. Nachdem der Motor so vorbereitet ist, öffne man den Haupthahn *Q*

(Fig. 16), den Gaszuströmungshahn *H* (Fig. 18) für die Zündflammen sowie den Hahn *b* und entzündet die Flamme im Kamin, so dass dieselbe etwa 6 cm hoch brennt. Hierauf drehe man am Schwungrade so lange, bis der Schieber seine äusserste Stellung nach der Richtung des Kamins hin erlangt hat und öffne dann den Hahn *c*, worauf sich die Flamme für die Schiebermulde an der Kaminflamme entzündet. Nunmehr hat man dafür Sorge zu tragen, dass das Gas während der Saugperiode in den Cylinder treten kann; man stelle zu diesem Zweck die Regulatorstütze *J* (Fig. 9) horizontal, so dass der Nocken *Z* den Regulirfederhebel *v* anheben und das Regulirventil *Z* öffnen kann. Um ferner das Andrehen zu erleichtern, schiebe man die kleine Rolle am Ausströmungshebel *u* (Fig. 8 u. 9) so weit seitwärts, dass sie den Nocken *f*, (Fig. 8) berühren kann. Hierdurch wird das Auslassventil während der Kompressionsperiode etwas geöffnet, so dass etwas von dem Gasgemisch austritt, aber immer noch so viel im Cylinder verbleibt, dass der Motor leicht angeht. Dreht man jetzt das Schwungrad etwa 2 bis 4 Mal schnell herum, so läuft der Motor von selbst; hierauf schiebt man die soeben erwähnte kleine Rolle wieder so weit zurück, dass dieselbe nun auf den Nocken *f* (Fig. 8) wirkt. Dann stelle man das Kühlgefäss durch Oeffnen des Hahnes *y* (Fig. 19) an.

Die Ausserbetriebsetzung erfolgt in der Weise, dass man zuerst den Haupthahn *Q* (Fig. 16) schliesst, damit der Gummibeutel *O* noch leergesaugt wird, dann die Zündflammen durch Schliessen der Hähne *H*, *b*, *c* (Fig. 18) löscht und das Kühlwasser durch Absperren des Hahnes *y* (Fig. 19) abstellt.

Bei richtiger Behandlung des Motors können im Betriebe nur selten Störungen eintreten; dieselben lassen sich, wenn sie auftreten, durch einen aufmerksamen Wärter gewöhnlich leicht beseitigen.

Man erachte es als Grundsatz, bei Störungen stets die Zündflammen auszulöschen und komme niemals mit den Kleidungsstücken den sich bewegenden Theilen zu nahe oder berühre dieselben während des Ganges wohl gar mit der Hand.

Dass gerade die Gasmotorenfabrik Deutz wirklich Vorzügliches leistet, und dass die Motoren derselben praktisch sich ausgezeichnet bewähren und vielseitig verwenden lassen, geht schon daraus hervor, dass die genannte Fabrik nebst ihren Filialfabriken von den bis zum Sommer 1888 von fünf der ersten

Firmen Deutschlands überhaupt gebauten rund 31 000 Gas- und Heissluftmaschinen allein 27 000 Gasmotoren nach dem System Otto baute; es ist dieses eine Anzahl von Motoren, welche auch nur annähernd heute noch von keiner anderen Fabrik erreicht ist. Die Deutzer Gasmotorenfabrik hat den Bau und Vertrieb ihrer Motoren im Auslande namhaften Maschinenfabriken übertragen.

Von besonderem Interesse ist es, dass eine grosse Zahl der 27 000 Motoren mit zusammen 94 000 Pferdestärken in Deutschland abgesetzt wurden, und dass namentlich die kleinen Motoren die weiteste Verbreitung unter ihnen gefunden haben, wie nachstehende kleine Tabelle, welche der Abhandlung des Dr. H. Albrecht über „die volkswirtschaftliche Bedeutung der Kleinkraftmaschinen“ auszugsweise entnommen wurde, beweist.\*) Es betrug die Anzahl der Pferdestärken und Motoren:

Pferdestärken:	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	1	2	3
Motoren:	88	404	506	300	2393	2840	445
Pferdestärken:	4	5	6	8	10	12	16 20
Motoren:	1723	152	452	530	71	162	57 48
				u. s. f.			

Diese Nachweisung liess sich mit Sicherheit nur von einem Drittel der gebauten 27 000 Motoren feststellen, dieselbe giebt aber ein deutliches Bild davon, dass gerade der Kleinbetrieb in der hervorragendsten Weise an der Benutzung dieser Motoren betheiligt ist. Die Betriebskostenberechnung ist Seite 54 angegeben.

\*) In dem Bericht der Aeltesten der Kaufmannschaft zu Berlin über den Handel und die Industrie dieser Stadt im Jahre 1890 ist angegeben, dass in Berlin Ende 1889 überhaupt 667 Gasmotoren mit  $3000\frac{3}{4}$  Pferdestärken vorhanden waren. Die Anzahl der Motoren stieg bis zum Schluss des Jahres 1890 auf 806 Gasmotoren mit  $3727\frac{1}{4}$  Pferdestärken, so dass in dem Zeitraum eines Jahres die Zunahme 139 Motoren mit  $726\frac{1}{2}$  Pferdestärken betrug. Die Grösse der Gasmotoren ist im Durchschnitt  $\frac{3727\frac{1}{4}}{806} = 4,62$  Pferdestärken. Von den 806 überhaupt vorhandenen Gasmotoren werden verwendet: in Buchdruckereien 103, in Stein- und Lichtdruckereien 17, für elektrische Beleuchtung 75, in der Eisen- und Metall-Bohrerei und -Dreherei 63, zum Wasserpumpen 52, in Maschinenfabriken 47, in Tischlereien und Holzschneidereien 44, in Schleifereien 29, für Fahrstühle 25, u. s. w. Interessant ist noch, dass sich sogar Gasmotoren in Wurstfabriken, Bäckereien u. s. w. aufgestellt finden.

## Kostenberechnung für den einzylindrigen liegenden Gasmotor System Otto. (Modell A, Fig. 10.)

Für eine Betriebsdauer von 3000 Stunden.

Anzahl der Pferdestärken.	1	2	4	6
Preis in Mark.*)	1500	1850	2650	3600
1. Amortisation (Betriebsdauer 15 Jahre) . . .	M. $\frac{1500}{15} = 100,00$	M. $\frac{1850}{15} = 123,33$	M. $\frac{2650}{15} = 176,67$	M. $\frac{3600}{15} = 240,00$
2. Verzinsung 5 Proz. . . . .	$\frac{1500}{100} \cdot 5 = 75,00$	$\frac{1850}{100} \cdot 5 = 92,50$	$\frac{2650}{100} \cdot 5 = 132,50$	$\frac{3600}{100} \cdot 5 = 180,00$
3. Reparaturen u. s. w. . . . .	= 60,00	= 70,00	= 80,00	= 90,00
4. Schmiermaterial, Ersatz kleiner Theile u. s. w. . . . .	= 120,00	= 130,00	= 160,00	= 180,00
5. Kühlwasser- verbrauch (wenn an Wasserleitung angeschlossen) 1 cbm = 0,15 M.	$0,04 \cdot 3000 \cdot 0,15 = 18,00$	$0,08 \cdot 3000 \cdot 0,15 = 36,00$	$0,16 \cdot 3000 \cdot 0,15 = 72,00$	$0,24 \cdot 3000 \cdot 0,15 = 108,00$
6. Kosten der Kraftquelle Gas für 1 cbm = 0,13 M. **) .	$1,1 \cdot 3000 \cdot 0,13 = 390,00$	$0,95 \cdot 2 \cdot 3000 \cdot 0,13 = 741,00$	$0,85 \cdot 4 \cdot 3000 \cdot 0,13 = 1326,00$	$0,8 \cdot 6 \cdot 3000 \cdot 0,13 = 1872,00$
Zusammen M.	763,00	1192,83	1947,17	2670,00

\*) Es ist hier der Preis des Motors einschliesslich Verpackung, aber ausschliesslich des Fundamentes, der Aufstellung und des Transportes angegeben, da der Preis hierfür von örtlichen Verhältnissen abhängig ist und derselbe überdies auf das Resultat der Rechnung einen irgendwie nennenswerthen Einfluss nicht ausüben kann. Der Preis für das Kühlgefäss ist ebenfalls nicht berücksichtigt, da angenommen wurde, dass der Gasmotor an eine Wasserleitung angeschlossen sei, was für die Rechnung der ungünstigste Fall ist.

Bei allen folgenden Kostenberechnungen ist in gleicher Weise verfahren worden.

\*\*) In Berlin wird seit dem 1. November 1887 das Gas für industrielle Zwecke zu einem billigeren Preise abgegeben als für Beleuchtungszwecke.

Hiernach stellen sich also die Kosten für eine effektive Pferdekräft in einer Stunde:

1 pferdiger Motor	$\frac{763,00}{3000.1}$	= 25,43 Pfennige,
2 pferdiger Motor	$\frac{1192,83}{3000.2}$	= 19,88 „
4 pferdiger Motor	$\frac{1947,17}{3000.4}$	= 16,23 „
6 pferdiger Motor	$\frac{2670,00}{3000.6}$	= 14,83 „

Für den stehenden Otto'schen Gasmotor (vergl. Fig. 13) stellen sich die Kosten etwas niedriger, dieselben lassen sich nach Vorstehendem leicht bestimmen.

In letzterer Zeit hat sich auch die

**Berliner Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft**  
**vorm. L. Schwartzkopff, Berlin N., Chausseestr. 17-18**

mit dem Bau von Kleinmotoren erfolgreich beschäftigt. Die von dieser Fabrik gebauten Kaselowsky'schen Gasmotoren arbeiten in dem schon Seite 26 beschriebenen Viertakt.

Ein solcher Motor ist in Fig. 20 dargestellt. Derselbe unterscheidet sich in seiner Wirkungsweise und Anordnung nicht wesentlich von dem schon vorher besprochenen Otto'schen Motor, nur die Zündvorrichtung ist eine ganz andere. An Stelle des Otto'schen Zündschiebers ist hier eine Präzisions-Glühzündung, System Kaselowsky, an dem geschlossenen Cylinderende vorhanden. Dieselbe ist in den Figg. 21, 22 dargestellt und besteht im Wesentlichen aus einem Glühröhrchen *a* mit einer daran befindlichen hohlen Kugel aus Porzellan sowie den beiden Ventilen *c* und *d*. Eine Flamme *b* bringt den cylindrischen Theil des Röhrchens zum Glühen und erhält denselben in diesem Zustande.

Wenn in dem Cylinder des Motors die Kompressionsperiode beendet ist, so muss, wie schon früher ausführlich dargelegt wurde, die Zündung eintreten und zwar genau im todten Punkte des Kolbens; würde dieselbe früher eintreten, also noch während der Kompressionsperiode, so würde die durch die Zündung erzeugte Kraft gerade der Bewegung des Kolbens

entgegenwirken; würde sie später eintreten, so kann die gewonnene Kraft nicht gehörig ausgenutzt werden. Kaselowsky machte daher das Eintreten der Zündung von der Steuerungs-

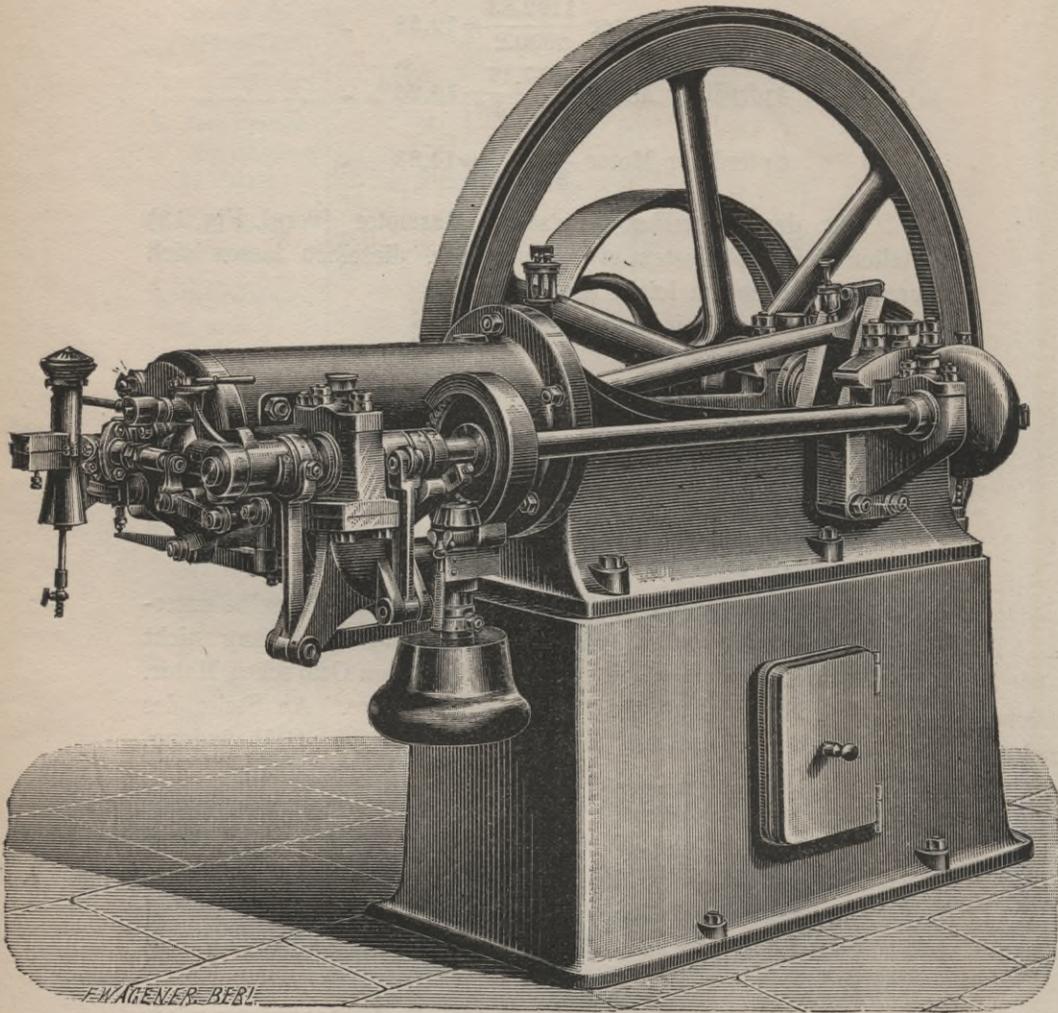
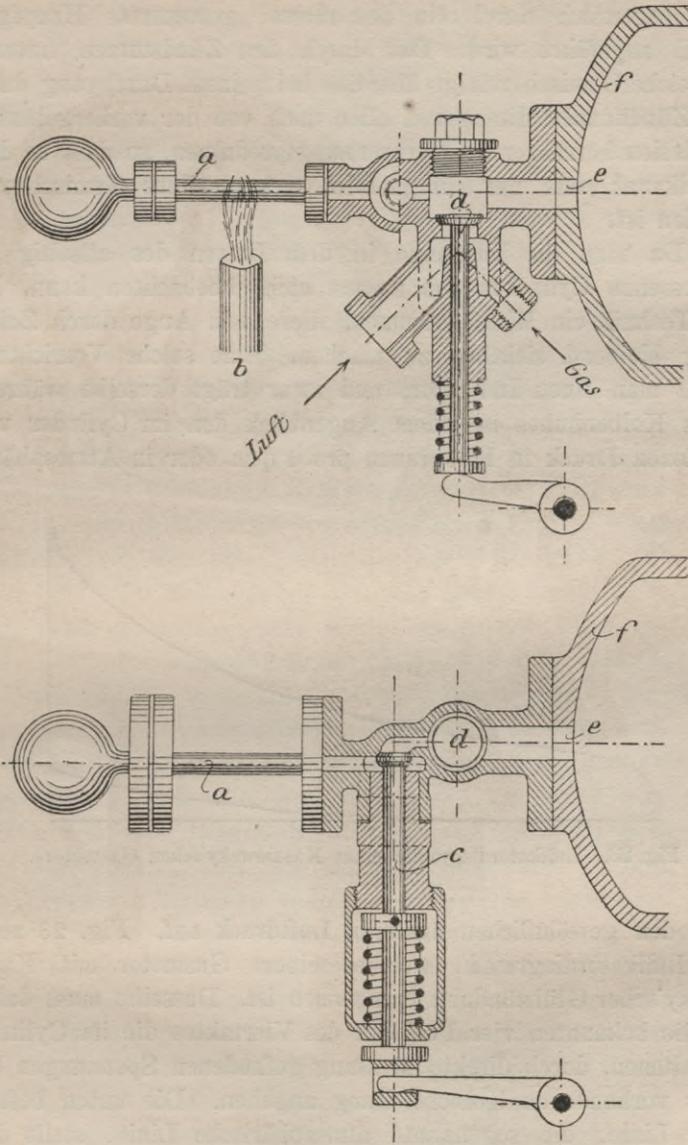


Fig. 20. Kaselowsky'scher Gasmotor.

welle abhängig, indem er genau im todtten Punkte durch die Steuerungswelle vermittelt einer Hebelanordnung das Ventil *c* (Fig. 22) so öffnete, dass das Gasgemisch an der

glühenden Wand des Glühröhrchens entzündet wurde. Da das Eintreten der Zündung um so sicherer stattfindet, je gas-



Figg. 21 u. 22. Präzisions-Glühzündung, System Kaselowsky.  
Vertikaler und horizontaler Schnitt.

reicher das Kompressionsgemisch an der Zündstelle selbst ist, so lässt Kaselowsky während der Saugperiode noch durch ein

besonderes Ventil *d* und den Kanal *e* Luft und Gas in den Cylinder *f* eintreten, während das eigentliche gasärmere Explosionsgemisch durch ein besonderes, gesteuertes Hauptgasventil zugeführt wird. Das durch den Zündstutzen tretende gasreiche Gemisch reinigt überdies bei seinem Durchgang durch den Zündkanal *e* diesen von allen noch von der vorhergehenden Explosion herrührenden Verbrennungsprodukten, so dass in dem Zündkanal stets nur ein gasreiches, explosibles Gemisch vorhanden ist.

Da man die Vorgänge in dem Innern des allseitig geschlossenen Cylinders von aussen nicht beobachten kann, hat die Technik ein Mittel ersonnen, diese dem Auge durch Zeichnung bleibend sichtbar zu machen. Eine solche Vorrichtung nennt man einen Indikator, und zwar trägt derselbe während eines Kolbenhubes in jedem Augenblick den im Cylinder vorhandenen Druck in Kilogramm pro 1 qcm oder in Atmosphären

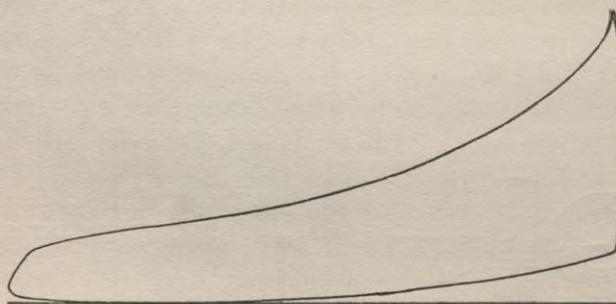


Fig. 23. Indikatorgramm eines Kaselowsky'schen Gasmotors.

über den gewöhnlichen äusseren Luftdruck auf. Fig. 23 zeigt ein Indikatorgramm, welches einem Gasmotor mit Kaselowsky'scher Glühzündung entnommen ist. Dasselbe muss daher für die bekannten vier Perioden des Viertaktes die im Cylinder enthaltenen, durch direkte Messung gefundenen Spannungen bei jeder vorhandenen Kolbenstellung angeben. Die unten befindliche Linie, die sogenannte atmosphärische Linie, stellt den Druck der äusseren Atmosphäre dar; da dieser Druck bei jeder Kolbenstellung selbstredend gleich ist, so kann diese Linie nur eine gerade sein. Die Länge dieser Linie entspricht der Länge eines Kolbenhubes (verkleinert).

Denkt man sich den Kolben in dem todten Punkte stehen, in welchem die Saugperiode beginnt, so würde diese Kolbenstellung dem äussersten Punkte rechts der atmosphärischen Linie entsprechen. Der Kolben bewegt sich im Diagramm jetzt nach links, aber nirgends auf diesem Wege zeigt sich eine andere als die atmosphärische Linie, das heisst, während der Kolben das Explosionsgemisch ansaugt, ist an keiner Stelle des Kolbenhubes in dem Cylinder eine andere Spannung vorhanden als diejenige der äusseren Atmosphäre, oder mit anderen Worten, die Explosionsgase haben durch die für sie bestimmten Oeffnungen so leicht hindurch treten können, dass der Kolben in dem Cylinder nirgends ein Vacuum erzeugen konnte. Wären die erwähnten Oeffnungen zu klein gewesen, so hätte noch eine Linie unter der atmosphärischen vorhanden sein müssen.

Ist der Kolben in dem entgegengesetzten todten Punkte (links) im Diagramm angekommen, so ist die Saugperiode beendet, und es beginnt die Kompressionsperiode. Zunächst macht sich auf dem Kolbenwege von links nach rechts noch keine Abweichung von der atmosphärischen Linie bemerkbar, bis dann etwa bei  $\frac{1}{3}$  des Kolbenhubes der zunehmende Druck im Cylinder sich durch die anfangs sehr wenig, dann aber mehr und mehr über die atmosphärische Linie erhebende, schwach gekrümmte Linie bemerkbar macht. Am Schluss der Kompression, also der äussersten Stellung rechts im Diagramm ist die Spannung im Cylinder am grössten geworden, und zwar beträgt dieselbe, da die Indikatorfeder 1 kg auf 1 qcm durch 4 mm Höhe im Diagramm anzeigt, fast genau  $1\frac{1}{2}$  kg oder  $1\frac{1}{2}$  Atmosphären über den äusseren Luftdruck. Wären z. B. die Ventile im Cylinder undicht gewesen, so wäre diese Kompression nicht erzielt worden, vielmehr würde dann die Linie sich nur wenig oder garnicht von der atmosphärischen unterscheiden. Somit werden vorhandene Fehler in der Steuerung, Undichtigkeiten etc., sich auch im Diagramm bemerkbar machen müssen. Bekanntlich muss am Ende der Kompression die Zündung eintreten, dieselbe macht sich im Diagramm durch die fast genau senkrecht ansteigende Linie bemerkbar, welche sich bis 40 mm über die atmosphärische Linie erhebt, das heisst, im Momente der Zündung ist im Cylinder ein Druck über der äusseren Atmosphäre von 10 Atmosphären oder 10 kg auf 1 qcm vorhanden gewesen.

Das Diagramm zeigt, dass die Zündung beim Hubwechsel des Kolbens und daher gerade im richtigen Momente stattgefunden hat.

Während der dritten Periode des Viertaktes, also der Arbeitsperiode muss in Folge der vom Explosionsgemisch verrichteten Arbeit der Druck auf den Kolben in jedem Augenblick kleiner werden, wie dieses auch die obere, nach unten gebogene Linie im Diagramm anzeigt. Kurz vordem der Kolben seinen Hub beendet hat (Stellung links im Diagramm), fällt die Arbeitskurve plötzlich sehr schnell äbwarts und zeigt dadurch, dass der Druck im Cylinder plötzlich sehr stark fällt. In diesem Punkte hat nämlich schon das Auslassventil angefangen sich zu öffnen, so dass von den kurz vor dem Hubwechsel (links im Diagramm) vorhandenen 2 Atmosphären im Hubwechsel selbst nur noch etwa  $\frac{1}{2}$  Atmosphäre Ueberdruck vorhanden ist. Bei der jetzt beginnenden Ausblasperiode ist zunächst der Druck noch etwas grösser als derjenige der äusseren Atmosphäre, sinkt aber schnell auf denselben herab und bleibt dann diesem bis zum Hubwechsel (rechts im Diagramm) gleich; daher ist die Ausblaseöffnung so gross, dass der Kolben nirgends eine Kompression, also einen höheren Druck als denjenigen der äusseren Atmosphäre erzeugen kann. Jede Abweichung von diesem normalen Diagramm würde auf einen Fehler am Motor oder im Gasgemisch schliessen lassen.

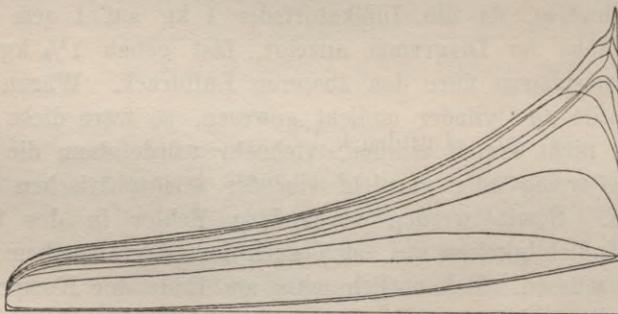


Fig. 24. Indikator diagramme eines Kasselowsky'schen Gasmotors bei verschiedenen Stellungen des Gasregulirhahnes.

In der Fig. 24 sind eine ganze Reihe von Diagrammen übereinander gezeichnet, und zwar sind die Diagramme bei acht ver-

schiedenen Stellungen des Gasregulirhahnes entnommen, um zu zeigen, dass, selbst wenn das Explosionsgemisch sehr gasarm wird, die Zündung dennoch sicher eingetreten ist. \*) Die Verstellung des von Hand einstellbaren Gasregulirhahnes wird im Betriebe jedoch sehr selten eintreten, da ein äusserst empfindlicher Centrifugalregulator selbstthätig durch eine schräge Nockenscheibe auf das Gaseinlassventil einwirkt, so dass je nach der grösseren oder kleineren Oeffnung dieses Ventiles mehr oder

\*) Da das Diagramm den Druck auf den Kolben in jedem Augenblick giebt, so lässt sich aus den sämtlichen verschiedenen Drücken ein mittlerer Druck ( $p$ ) bestimmen, der auf 1 qcm Fläche des Kolbens wirkt. Auf die ganze Kolbenfläche wirkt somit während der Arbeitsperiode ein Druck von  $\frac{d^2 \pi}{4} \cdot p$ , wenn  $d$  der Durchmesser des Cylinders ist.

Bezeichnet man mit  $n$  die Anzahl der Umdrehungen des Schwungrades in einer Minute, so macht der Kolben  $2n$  Hübe, ist ferner jeder Hub in Metern ausgedrückt  $H$ , so ist der ganze vom Kolben in einer Minute zurückgelegte Weg  $= 2nH$  und demnach derselbe in einer Sekunde  $= \frac{2nH}{60}$ .

Da ferner mechanische Arbeit das Produkt aus Kraft mal Weg in einer Sekunde ist, so ist die vom Motor geleistete Arbeit

$$A = p \frac{d^2 \pi}{4} \frac{2nH}{60},$$

da aber ferner der vierte Hub nur eine Arbeitsperiode ist, so ist die gesammte soeben angegebene Arbeit noch durch 4 zu theilen. Soll dieselbe in Pferdestärken angegeben werden, so muss der Werth noch durch 75 dividirt werden; demnach ist  $A$  in Pferdestärken  $= p \frac{d^2 \pi}{4} \frac{2nH}{60 \cdot 4 \cdot 75}$ .

Wäre nun z. B.  $p = 3,26$  kg gefunden und  $d = 17$  cm also  $\frac{d^2 \pi}{4} = 226,98$  qcm,  $n = 210$  und  $H = 0,28$  m, so ist

$$A = \frac{3,26 \cdot 226,98 \cdot 2 \cdot 210 \cdot 0,28}{60 \cdot 4 \cdot 75} \text{ in PS}$$

$$A = 4,8 \text{ PS.}$$

Die mit Hilfe des Indicators ermittelten Pferdestärken nennt man indizirte Pferdestärken gegenüber den mit Hilfe der Bremse an der Riemenscheibe gefundenen, welche effektive Pferdestärken genannt werden; der Quotient aus

$\frac{\text{effektive Pferdestärken}}{\text{indizirte Pferdestärken}}$  ist = Wirkungsgrad oder Nutzeffekt.

Der eben indizirte Motor zeige an der Bremse 3,3 PS.; sein Nutzeffekt ist daher  $\frac{3,3}{4,8} = 0,69$ , das heisst, von der eingeleiteten (indizirten) Arbeit können nur 69 Proz. ausgenutzt werden, da die übrigen 31 Proz. im Motor durch Reibung, Undichtigkeit etc. verloren gehen.

weniger Gas einströmt und dadurch variable Ladungen gebildet werden. Der Motor regulirt also nicht, wie sonst üblich, durch

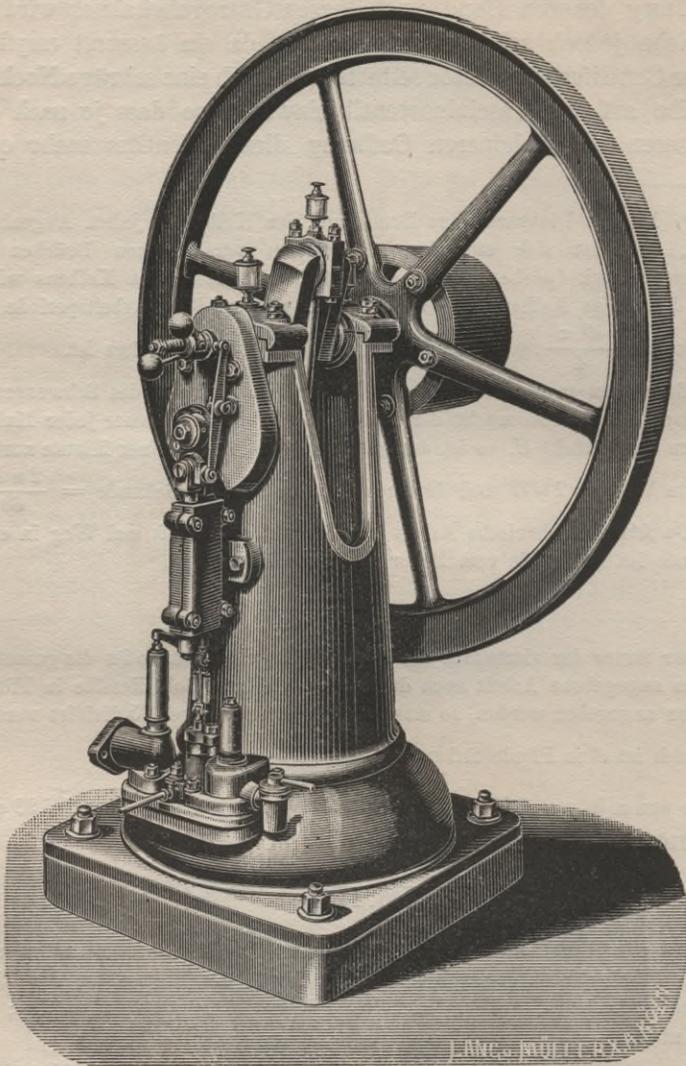


Fig. 25. Kaufmann's Gasmotor.

das Auslassen von Zündungen, sondern durch selbstthätige Bildung stärkerer oder schwächerer Ladungen, welche genau der jeweilig geforderten Kraftäusserung angepasst sind.

Die Aufstellung und Behandlung des Kaselowsky'schen Motors erfolgt fast genau in derselben Weise wie beim Otto'schen, so dass das schon Seite 43 ff. hierüber Gesagte nicht alles wiederholt zu werden braucht.

Ein etwa zerplatztes Glühröhrchen lässt sich in wenigen Minuten einsetzen.

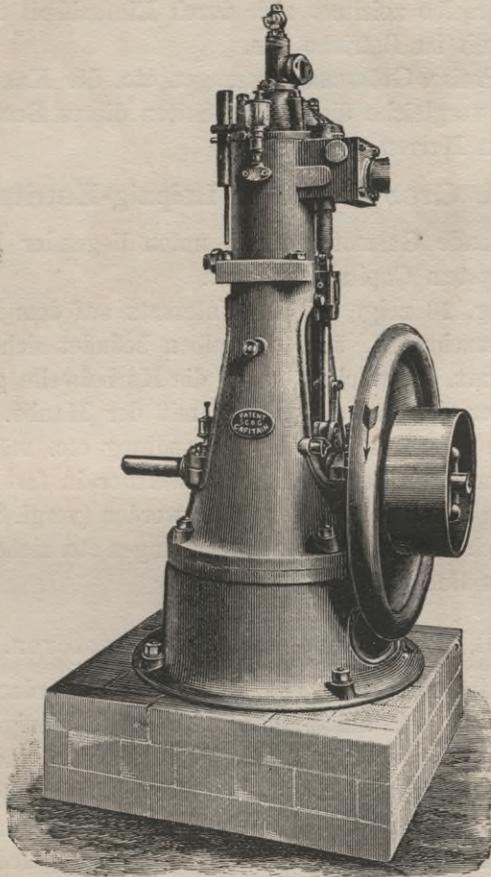


Fig. 26. Capitaine's neuer Gasmotor.

Die Preise dieser Motoren, sowie deren Raumbedarf, Umdrehungszahl etc. befinden sich übersichtlich auf den letzten Seiten dieses Buches.

Die Kostenberechnung weicht so unerheblich von derjenigen für die Deutzer Gasmotoren (System Otto) ab, dass hier auf diese (vergl. Seite 54) Bezug genommen werden kann.

Von der

**Maschinenfabrik Jacob Kaufmann, Köln-Ehrenfeld,  
Venloerstr. 222,**

wird der in Fig. 25 dargestellte Kaufmann'sche Motor in stehender Anordnung mit oben liegender Kurbelwelle und mit Ventilsteuerung gebaut. Derselbe zeichnet sich durch Einfachheit im Bau und Zuverlässigkeit im Betriebe aus.

Ueber Preise, Grössenabmessungen etc. der Kaufmann'schen Gasmotoren vergleiche die letzten Seiten dieses Buches.

Von den Herren

**J. M. Grob & Co. in Leipzig-Eutritzsch**

werden stehende Gasmotoren mit unten liegender Kurbelwelle nach dem System Capitaine gebaut.

Wie Fig. 26 zeigt, ist der Untersatz auf dem Fundamentbock fest verschraubt, über demselben befindet sich ein thurmartiger Aufsatz, in welchem unten die Kurbelwelle gelagert ist, oben trägt er den Arbeitscylinder mit der Haube. Bezüglich der weiteren Konstruktion, der Behandlung etc. möge hier auf den Capitaine'schen Petroleummotor, welcher in fast genau derselben Weise konstruirt ist, verwiesen werden (vergl. Seite 74 ff.).

Bezüglich des Preises, der Abmessungen etc. siehe die letzten Seiten dieses Buches.

**B. Petroleum- und Benzinmotoren.**

Schon früher (Seite 18) ist erwähnt worden, dass die Gasmotoren zu den abhängigen oder zu denjenigen Motoren gehören, deren Aufstellung an das Vorhandensein eines Leitungsnetzes (Gasleitung) gebunden ist. Der Kleinmeister auf dem Lande oder in Orten ohne Gasanstalt kann daher solche Motoren nicht verwenden. Es lag somit der Gedanke nahe, einen Motor zu konstruiren, der gewissermassen seinen Gasapparat für sich allein hat. Während die Gasmotoren mit besonderem Gaserzeugungsapparat sich für grössere Betriebe recht gut verwenden lassen, so scheidet doch die Ausnutzung kleinerer Motoren dieser Art meistens an der Schwierigkeit, den Gaserzeugungsapparat zu plaziren, und an den hohen Anlage- und Betriebskosten. Man kam daher auf die Idee, das den Steinkohlen in vieler Beziehung nahe verwandte Petroleum an Stelle des Leucht-

gases zu benutzen. Nach einer Reihe vergeblicher Versuche scheint jetzt dieses Problem glücklich gelöst zu sein.

Bei der Wichtigkeit dieser Motoren gerade für die Kleinindustrie mögen hier noch einige allgemeine Bemerkungen über das Petroleum Platz finden. Dasselbe wird auch Erd- oder Steinöl genannt und gehört zu den Brenzen, speziell den Harzbrenzen; es ist wahrscheinlich wie die Steinkohle ein Produkt der durch die innere Wärme der Erde hervorgerufenen Zersetzung von Pflanzentheilen. Hauptsächlich wird dasselbe theils in Amerika und zwar in Pennsylvanien, Virginien und Kanada, theils in Russland und zwar auf der Halbinsel Baku im Kaspischen Meere, in der Wolganiederung und in Sibirien gewonnen. In kleinen Mengen findet es sich in Deutschland bei Pechelbronn im Elsass und bei Peine in der Provinz Hannover. Das Petroleum besteht aus etwa:

80—86	Proz.	Kohlenstoff,
12—14,5	„	Wasserstoff,
1— 6,5	„	Sauerstoff,

und zwar bilden diese Theile zusammen keine einheitliche chemische Verbindung (Petroleum), sondern vielmehr ein Gemenge aus einer ganzen Reihe von einzelnen, den Aethylen und dem Grubengas homologer Kohlenwasserstoffverbindungen.

Das aus der Erde meistens aus Bohrlöchern frei hervorsprudelnde Erdöl ist nicht ohne Weiteres in der Industrie verwendbar, dasselbe bedarf zunächst einer Reinigung durch Destillation, das heisst, es muss in besonderen, geschlossenen Behältern erst von dem tropfbar flüssigen in den gasförmigen Aggregatzustand übergeführt und dann in langen Schlangenrohren so abgekühlt werden, dass es wieder tropfbar flüssig wird; die unreinen Bestandtheile bleiben dann in der Destillirblase zurück. Bei der Erwärmung des rohen Petroleums in den Destillirblasen werden nun zunächst diejenigen Theile verflüchtigt, deren Siedepunkt am niedrigsten, bis etwa 150° C., liegt, und deren spezifisches Gewicht 0,78 erreicht, man bezeichnet dieselben mit Naphta und gewinnt aus ihnen die ausserordentlich leicht entzündlichen Produkte Benzin (Petroleumbenzin) und Petroleumäther. Wird die Erwärmung der Destillirblasen noch weiter fortgesetzt, so verflüchtigen sich diejenigen Theile, deren Siedepunkt zwischen 150 und 300° liegt, und deren spezifisches Gewicht 0,82 beträgt; es sind dies diejenigen Bestandtheile, aus

welchen dann durch eine weitere Reinigung das als Leuchtöl dienende raffinierte Petroleum dargestellt wird.

Diese Reinigung geschieht in der Weise, dass dem überdestillirten Petroleum 2—3 Proz. konzentrirte Schwefelsäure zugesetzt und dadurch die noch vorhandenen Unreinigkeiten niedergeschlagen werden. Um nun die etwa überschüssig vorhandene Schwefelsäure wieder zu entfernen, wird das Petroleum noch mit Wasser und Aetznatronlauge gewaschen und hierauf an der Sonne gebleicht.

Würde die Erwärmung in den Destillirblasen noch weiter getrieben, so gehen die schweren Oele über, welche zur Schmieröl- und Paraffinbereitung benutzt werden; als Rückstand bleibt schliesslich eine pechartige oder, wenn die Erwärmung weit genug getrieben wurde, eine koksartige Masse.

Man achte auf den Unterschied zwischen dem aus dem Naphta gewonnenen, ausserordentlich feuergefährlichen Petroleumbenzin, schlechthin auch Benzin genannt, und dem viel weniger feuergefährlichen raffinierten Petroleum, welches auch einfach mit Petroleum bezeichnet wird; das erstere wird in den Petroleumbenzin- oder Benzinmotoren, das letztere in den Petroleummotoren verwendet.

Die Benzinmotoren eignen sich wegen der ausserordentlichen Feuergefährlichkeit des Benzins im Allgemeinen nicht besonders für die Kleinindustrie, dagegen dürften die eigentlichen Petroleummotoren bald eine grosse Verbreitung finden.

Zu den letzteren gehören die von der

### **Berliner Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft vormals L. Schwartzkopff Berlin, Chausseestr. 17/18,**

nach dem System ihres Direktors Kaselowsky gebauten Petroleummotoren.

Dieselben gleichen in ihrer Anordnung im Allgemeinen den Gasmotoren und werden auch wie diese, liegend oder stehend, ein- oder zweicylindrig, hergestellt. Wie schon erwähnt, hat dieser Motor einen besonderen Gaserzeugungsapparat, der sich im festen Zusammenhang mit der Maschine selbst befindet, und dem die Aufgabe zufällt, das flüssige Petroleum in den gasförmigen Zustand überzuführen, zu vergasen. Derselbe soll also dieselben Funktionen versehen wie die Gasanstalt bei den Gasmotoren.

Das gute und sichere Funktioniren gerade des Kaselowky'schen Petroleummotors dürfte in der ebenso sinnreichen wie praktisch bewährten Konstruktion der Vergasungsvorrichtung seinen Grund haben. Es liegt auf der Hand, dass der Petroleummotor in Bezug auf Einfachheit dem Gasmotor nachsteht, weil derselbe noch mit dem immerhin etwas komplizirten Vergasungsapparat unmittelbar zusammenhängt. Dafür hat dieser Motor aber den Vortheil, dass er überall aufgestellt werden kann und nicht wie der Gasmotor von einer besonderen Gaszuleitung abhängig ist.

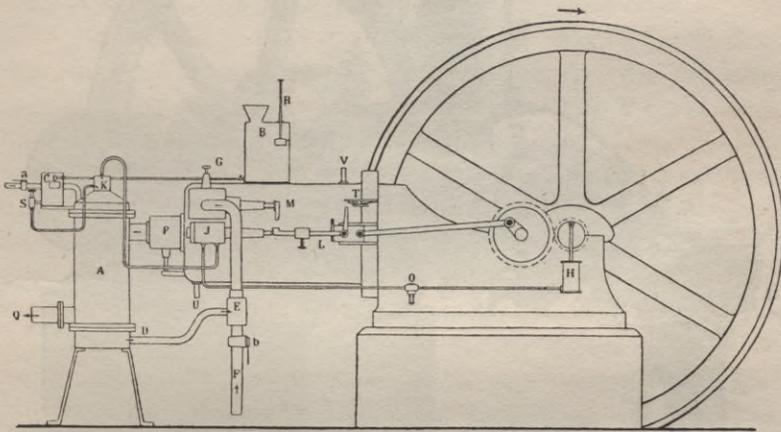


Fig. 27. Schematische Darstellung des Kaselowky'schen Petroleummotors.

Um die Wirkungsweise des Motors möglichst klar zu machen, sind in Fig. 27 schematisch die einzelnen Theile dargestellt. Dieselben finden sich, allerdings in etwas anderer Anordnung, alle in dem in Fig. 28 dargestellten, wirklich ausgeführten Petroleummotor wieder vor. In beiden Figuren sind die gleichen Theile mit denselben Buchstaben bezeichnet.

In dem Behälter A soll Petroleum verdampft oder vergast werden, es muss daher demselben Petroleum aus einem Vorrathsbehälter B, welcher mit einem Schwimmer R zum Erkennen des Inhalts versehen ist, zugeführt werden. Aus dem Vorrathsbehälter B tritt das Petroleum durch ein dünnes Rohr zunächst in den kleinen Behälter C, aus welchem dasselbe ebenfalls durch ein dünnes Rohr nach der Zerstäubungsvorrichtung K am Verdampfer A übertreten kann. Unmittelbar neben dem Behälter C,

dem Petroleumsauggefäß, befindet sich eine Vorrichtung *S*, um die Menge des übertretenden Petroleums je nach Bedarf reguliren zu können.

Damit in dem Verdampfer *A* die Vergasung schnell und möglichst vortheilhaft in Bezug auf den Petroleumverbrauch vor sich geht, wird das Petroleum vor dem Eintritt in denselben noch durch einen Luftstrom fein zerstäubt. Zur künstlichen Erzeugung

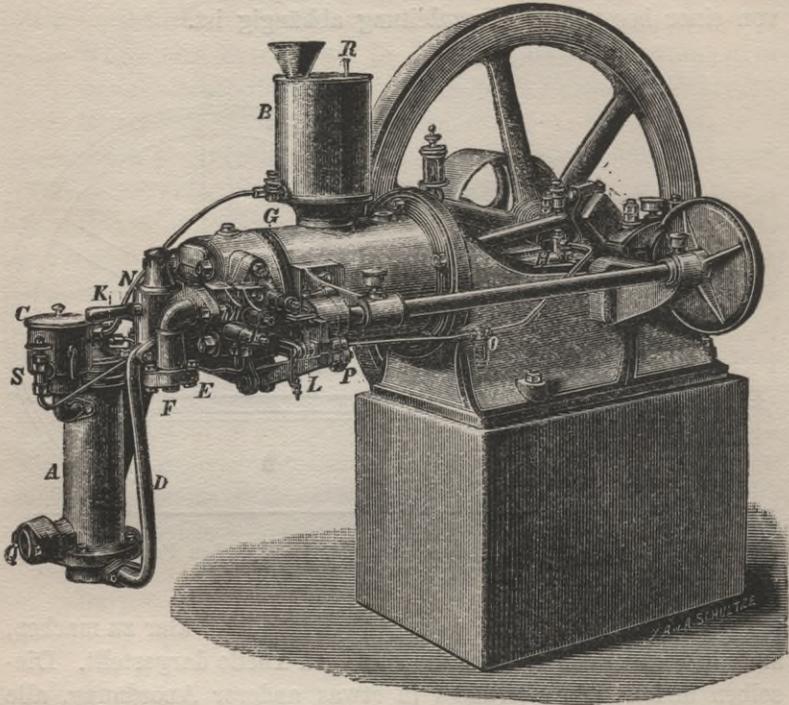


Fig. 28. Kaselowsky'scher Petroleummotor.

desselben ist an der Kurbelwelle eine kleine Luftpumpe *H* angebracht, dieselbe saugt atmosphärische Luft an und drückt sie durch ein Rohr nach dem Zerstäubungsventil *J*, welches im geeigneten Momente die Luft wieder durch ein dünnes Rohr in die schon erwähnte Zerstäubungsvorrichtung *K* eintreten lässt. In Folge eines besonderen, kleinen, in *K* angebrachten Düsenapparates kann der Luftstrom Petroleum aus dem Sauggefäß *C* ansaugen und sofort fein zerstäubt in den Verdampfer *A* bringen. Um in dem Zerstäubungsapparat stets einen Luftstrom von gleicher

Spannung zu haben, ist in der Rohrleitung zwischen Luftpumpe *H* und Zerstäubungsventil *J* noch ein kleines Ueberdruckventil *O* eingeschaltet.

Seite 16 wurde schon erwähnt, dass man zur Darstellung von Leuchtgas, wie dasselbe hauptsächlich in den Gasmotoren verwendet wird, Steinkohlen in Retorten erwärmt. In dem Verdampfer *A* findet derselbe Vorgang statt. Der Verdampfer selbst bildet die Retorte; das Petroleum wird an Stelle der Steinkohle in die Retorte gebracht, und als Heizmaterial werden statt der Steinkohle die aus dem Cylinder nach jeder Explosion austretenden Verbrennungsprodukte benutzt.

Jedenfalls ist dies eine hübsche und sinnreiche Verwendung der sonst nutzlos ins Freie tretenden, bei der Explosion allerdings unabsichtlich erzeugten Wärme. Die Verbrennungsprodukte treten durch das Auslassventil *P* oben in den äusseren Mantel des Verdampfers *A*, geben dort einen Theil der Wärme zum Vergasen des zerstäubten Petroleums ab und entweichen unten durch den Stutzen *Q* und die nicht mitdargestellte Ausblaseleitung ins Freie.

Der Petroleummotor arbeitet, wie der schon besprochene Gasmotor im Viertakt. (Vergl. S. 26.) Da der Kolben während der Saugperiode im Verdampfer *A* ein Vakuum erzeugt, so ist noch ein Rohr mit einem kleinen Hahn *a* angeordnet, durch welches je nach Bedarf atmosphärische Luft in den Verdampfer geführt wird. Der Petroleumdampf tritt während der Saugperiode durch das Rohr *D* unten aus dem Verdampfer *A* in den Cylinder ein und atmosphärische Luft durch das Rohr *F*. Beide werden in dem Mischstutzen *E* gemischt und dem Einlassventil *G* an dem Cylinder zugeführt. Nach Beendigung der Saugperiode beginnt die Kompressionsperiode, hierauf folgt die Zündung, und damit beginnt die Arbeitsperiode, nach Vollendung derselben folgt die Ausblasperiode, während welcher die Verbrennungsprodukte durch das Ausblasventil *P*, den Verdampfer *A* und das Ausblasrohr *Q* in's Freie entweichen.

Wie bei den Gasmotoren, so ist auch bei den Petroleummotoren zur Seite des Cylinders eine Steuerungswelle angeordnet, welche in Folge der Uebersetzung eines Kegelräderpaares nur die Hälfte der Umdrehungen des Schwungrades oder der Kurbelwelle macht, es müssen daher auch alle vier Perioden im Cylinder sich während einer Umdrehung der Steuerungswelle wiederholen,

oder es muss während dieser Zeit einmal das Einlassventil und einmal das Auslassventil geöffnet werden; beide Ventile erhalten daher ihren Antrieb durch Nocken auf dieser Welle vermittelt einer Hebelanordnung.

Ist die Umdrehungszahl eine zu grosse geworden, so muss die Geschwindigkeit des Motors herabgemindert werden, was dadurch geschieht, dass je nach Erforderniss eine oder mehrere Explosionen ausfallen. Während dieser Zeit wird die Einlassöffnung zum Cylinder durch einen besonders angeordneten Absperrschieber *M* geschlossen gehalten, so dass der Kolben das Explosionsgemisch nicht ansaugen kann. In Folge dessen wird auch aus dem Verdampfer *A* kein Petroleumdampf entnommen, es verbleibt in demselben daher noch ein genügender Vorrath für die nun wieder folgende Saugperiode. Es muss also beim Ausfall einer Explosion auch die Luftzufuhr zur Zerstäubungsvorrichtung *K* durch das Zerstäubungsventil *J* abgeschnitten werden. Beide Verrichtungen besorgt ein kleiner Winkelhebelregulator *L* dadurch, dass er das Zerstäubungsventil *J* nicht, wie es für jede Explosion erforderlich ist, öffnet, sondern dafür den Absperrschieber *M* schliesst. Der Regulator *L*, welcher aus einem kürzeren und einem längeren, mit einem verschiebbaren Gewicht belasteten Hebel besteht, bewegt sich in Folge seiner Antriebsvorrichtung, während sich im Cylinderinnern die vier Perioden des Viertaktes abspielen, einmal hin und einmal her. Der kürzere Hebel stösst bei dieser Bewegung gegen eine kleine mit Feder versehene Hebelvorrichtung *T* und wird durch dieselbe aus seiner vertikalen, der längere aber aus seiner horizontalen Lage gebracht. Findet der letztere bei dem Hergange keine genügende Zeit vor, um in seine horizontale Lage herabzufallen, so stösst derselbe gegen den Arm des Ventilstiftes *M*, schliesst das Absperrventil und kann daher das Zerstäubungsventil *J* nicht öffnen.

Ogleich die Wärme der Verbrennungsprodukte noch im Verdampfer ausgenutzt werden soll, so ist doch eine Kühlung des Cylinders erforderlich, das Kühlwasser tritt genau wie bei den Gasmotoren bei *U* in den Hohlraum zwischen Cylinder und Mantel ein und bei *V* aus demselben wieder aus.

Die Zündung geschieht durch ein Glühröhrchen in ähnlicher Weise, wie dieses beim Kaselowsky'schen Gasmotor (Seite 57) besprochen wurde.

Die Aufstellung eines solchen Motors ist nicht an irgend welche Konzessionen gebunden, dieselbe kann vielmehr überall, auch in den oberen Stockwerken bewohnter Räume erfolgen. Die Fundamentirung findet in gleicher Weise wie bei den Gasmotoren statt (vergl. Seite 43), ebenso die Versorgung mit Kühlwasser aus besonderen Kühlgefäßen oder aus einer vorhandenen Wasserleitung, im Uebrigen ist nur für die Anbringung des Luftzuführungsrohres zum Verdampfer und des Ausblaserohres Sorge zu tragen.

Vor der Inbetriebsetzung sind die sämtlichen gangbaren Theile gehörig zu reinigen sowie die Schmiergefäße und Schmierlöcher mit Oel, beziehungsweise konsistentem Fett zu versehen. Darauf überzeuge man sich, dass die Behälter *B* und *C* hinreichend mit Petroleum gefüllt sind, öffne den Lufthahn *b* und lasse den Hahn *a* geschlossen.

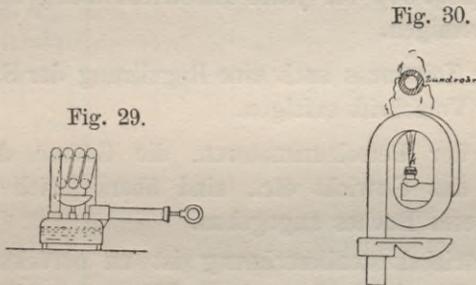


Fig. 29 und 30. Heizlampe für den Verdampfer und das Glühröhrchen.

Setze dann die Heizlampe (Fig. 29) in Brand und bringe sie unter den Verdampfer *A*, um zunächst Petroleumdampf für die ersten Zündungen zu erzeugen; entzünde ferner die Lampe für das Glühröhrchen (Fig. 30) und wärme dasselbe so an, dass es bei dem Anlassen wenigstens im mittleren Theile rothglühend ist. Nach etwa 10 Minuten ist genügend Petroleumdampf vorhanden, man verdecke das Glühröhrchen durch die mitgegebene Schutzhülle, überzeuge sich davon, dass der Riemen auf der Losscheibe ist, und drehe den Motor an; hierbei ist zu beachten, dass der Lufthahn *b* jetzt geschlossen und *a* geöffnet gehalten werden muss, damit der Kolben aus dem Verdampfer Petroleumdampf und Luft ansaugt. Hat die erste Zündung stattgefunden,

so öffne man langsam den Lufthahn *b* und stelle den Petroleumregulirhahn *S* ebenfalls ein. Hierauf ist die Kühlwasserleitung allmählich anzustellen.

Vor der Ausserbetriebsetzung wird zweckmässig der Riemen auf die Loscheibe gerückt, dann werden die beiden Petroleumzufuhrhähne (der eine befindet sich neben *B*, der andere ist *S*) geschlossen, die Zündvorrichtung gelöscht und die Schmiervorrichtung für den Kolben und die Kühlwasserleitung abgestellt.

Will der Besitzer an seinem Motor Freude und von ihm Vortheil haben, so Sorge er wieder für peinlichste Reinhaltung. Der Verdampfer *A* muss nach etwa 100 Arbeitsstunden gründlich gereinigt werden, ebenso ist nach etwa 300 Arbeitsstunden der Kolben herauszunehmen, nachzusehen und ebenfalls zu säubern.

Die Lampen sind so in Ordnung zu halten, dass sie stets gut brennen, vor allen Dingen ist die Brenneröffnung *k* der Zündrohrlampe (Fig. 30) vor jeder Inbetriebsetzung mit Hülfe einer Nadel zu reinigen.

Von Zeit zu Zeit muss auch eine Regulirung der Steuerung nach besonderer Vorschrift erfolgen.

Die Preise der Petroleummotoren, die Grösse des Aufstellungsraumes, das Gewicht etc., sind übersichtlich auf den letzten Seiten dieses Buches angegeben.

Für die Betriebskostenberechnung ist zu berücksichtigen, dass sowohl das Petroleum als auch die Fässer verzollt werden müssen, und zwar beträgt dieser Zoll für beide Theile zusammen für 100 kg oder 130 Liter Petroleum etwa 8,50 Mk. und somit für jeden Liter etwa 7 Pfennig; da nun im Interesse der Kleinindustrie dringend zu wünschen ist, dass das Petroleum zu einem möglichst geringen Preise geliefert werden kann oder der Zoll für dasjenige Petroleum, welches für motorische Zwecke verwendet wird, zurückvergütet werde, so ist hier die Betriebskostenberechnung einmal für verzolltes und einmal für vom Zoll befreites Petroleum durchgeführt.

## Kostenberechnung für den Petroleummotor System Kaselowsky.

Für eine Betriebsdauer von 3000 Stunden.

a) für verzolltes Petroleum.

Anzahl der Pferdestärken.	1	2	4	6
Preis in Mark.	1800	2100	3000	4000
1. Amortisation, Betriebsdauer 15 Jahre (wie bei den Gasmotoren angenommen) ..	M. $\frac{1800}{15} = 120,00$	M. $\frac{2100}{15} = 140,00$	M. $\frac{3000}{15} = 200,00$	M. $\frac{4000}{15} = 266,67$
2. Verzinsung 5%.	$\frac{1800}{100} \cdot 5 = 90,00$	$\frac{2100}{100} \cdot 5 = 105,00$	$\frac{3000}{100} \cdot 5 = 150,00$	$\frac{4000}{100} \cdot 5 = 200,00$
3. Reparaturen etc. .	= 60,00	= 65,00	= 80,00	= 90,00
4. Schmiermaterial, Verpackung, Er- satz kleiner Theile u. s. w. . . . .	= 120,00	= 130,00	= 160,00	= 180,00
5. Kühlwasser-Ver- brauch (wenn an Wasserleitung an- geschlossen) 1 cbm = 0,15 M. . . . .	$0,04 \cdot 3000 \cdot 0,15$ = 18,00	$0,08 \cdot 3000 \cdot 0,15$ = 36,00	$0,16 \cdot 3000 \cdot 0,15$ = 72,00	$0,24 \cdot 3000 \cdot 0,15$ = 108,00
6. Kosten der Kraft- quelle (Brenn-Pe- troleum mit Zoll à Liter 0,17 M.)	$1,0 \cdot 3000 \cdot 1,0,17$ = 510,00	$0,9 \cdot 3000 \cdot 2,0,17$ = 918,00	$0,8 \cdot 3000 \cdot 4,0,17$ = 1632,00	$0,7 \cdot 3000 \cdot 6,0,17$ = 2142,00
Zusammen Mark	918,00	1394,00	2294,00	2986,67

b) für vom Zoll befreites Petroleum.

Lfd. No. 1 bis 5 wie unter a				
6. Kosten der Kraft- quelle (Brenn- Petroleum ohne Zoll 1 Lit. = 0,10 M.)	$1,0 \cdot 3000 \cdot 1,0,10$ = 300,00	$0,9 \cdot 3000 \cdot 2,0,10$ = 540,00	$0,8 \cdot 3000 \cdot 4,0,10$ = 960,00	$0,7 \cdot 3000 \cdot 6,0,10$ = 1260,00
Zusammen Mark	708,00	1016,00	1622,00	2104,67

Somit würde also eine Pferdekraft in einer Stunde kosten:

a) mit Zoll.		b) ohne Zoll.	
1 pferdiger Motor	$\frac{918}{3000.1} = 30,6$ Pfennig.	$\frac{708}{3000.1} = 23,6$ Pfennig.	
2 pferdiger Motor	$\frac{1394}{3000.2} = 23,2$ "	$\frac{1016}{3000.2} = 16,9$ "	
4 pferdiger Motor	$\frac{2294}{3000.4} = 19,1$ "	$\frac{1622}{3000.4} = 13,5$ "	
6 pferdiger Motor	$\frac{2986,67}{3000,6} = 16,6$ "	$\frac{2104,67}{3000,6} = 11,7$ "	

Von den Herren

### J. M. Grob u. Co. in Leipzig-Eutritzsch

werden ebenfalls Petroleummotoren und zwar nach dem System Capitaine in stehender Anordnung mit unten liegender Kurbelwelle (Fig. 31) gebaut. Dieselben gleichen hinsichtlich der Konstruktion und Wirkungsweise vollständig den schon früher (Seite 64) erwähnten Gasmotoren desselben Systems.

In Fig. 32 ist ein senkrechter Schnitt durch einen solchen Petroleummotor dargestellt. Auf einem gusseisernen Untersatz ist thurmartig die im Wesentlichen aus drei verschiedenen Theilen bestehende Maschine aufgebaut. Der unterste Theil enthält die Lager für die Kurbelwelle und die Gleitbahnen für den Kreuzkopf, der über diesem befindliche mittlere ist der Cylinder, über welchem der oberste Theil, die Haube, angeordnet ist.

An der Kurbelwelle ist auf der einen Seite (rechts in Fig. 32) das Schwungrad mit Riemenscheibe und einem in dieser angebrachten Regulator vorhanden. In der Mitte der Kurbelwelle greift das eine Ende der Pleuelstange an, während das andere an dem Kreuzkopf befestigt ist, für welchen die Gleitbahnen sich an dem untersten Theile des Maschinengestelles befinden. (Vergl. Fig. 33.) Der Kreuzkopf ist wieder mit der Pleuelstange und diese mit dem Kolben verbunden. Der Cylinder ist aus den schon früher (Seite 48) angeführten Gründen mit Wasserkühlung versehen. Ueber dem Cylinder befindet sich die Haube, das heisst der Raum, in welchem die Explosionen stattfinden sollen. In Folge dessen muss in diesen auch das für die Explosion bestimmte Gas und das erforderliche Luftquantum hineingeleitet werden und in demselben dann ferner noch die

Zündung stattfinden. Es bedarf hier nur der Erwähnung, dass der Capitaine'sche Petroleummotor im Viertakt arbeitet.

Das für die Explosion bestimmte Petroleum wird durch eine kleine, in Fig. 33 seitlich angeordnete Pumpe durch ein Zerstäubungsventil in einen mit Rippen versehenen, an der linken

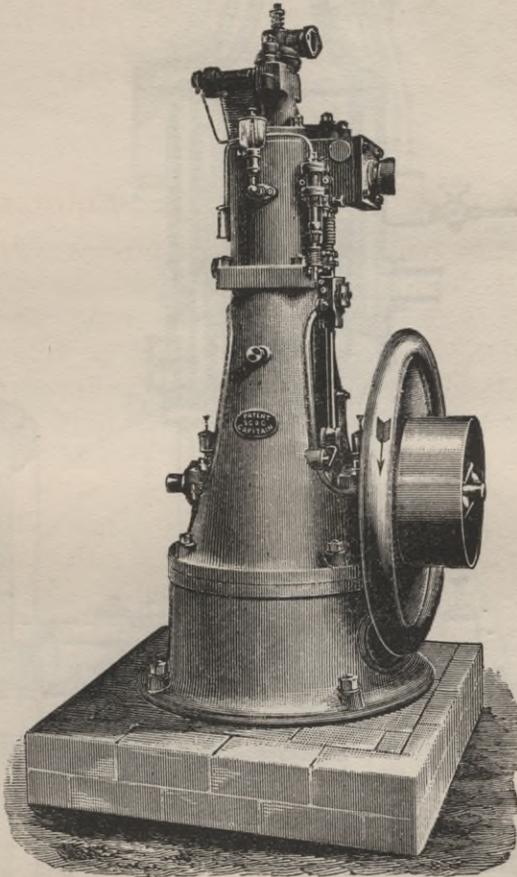


Fig. 31. Capitaine's neuer Petroleummotor.

Seite (Fig. 32) oben dargestellten Verdampfer gebracht, welcher durch eine besondere Flamme so warm gehalten wird, dass das in ihm befindliche, fein zerstäubte Petroleum sich schnell in Gas verwandeln kann. Während der Saugperiode saugt der Kolben den Petroleumdampf aus dem Vergaser durch eine kleine im Innern der Haube liegende Oeffnung an, gleichzeitig tritt die

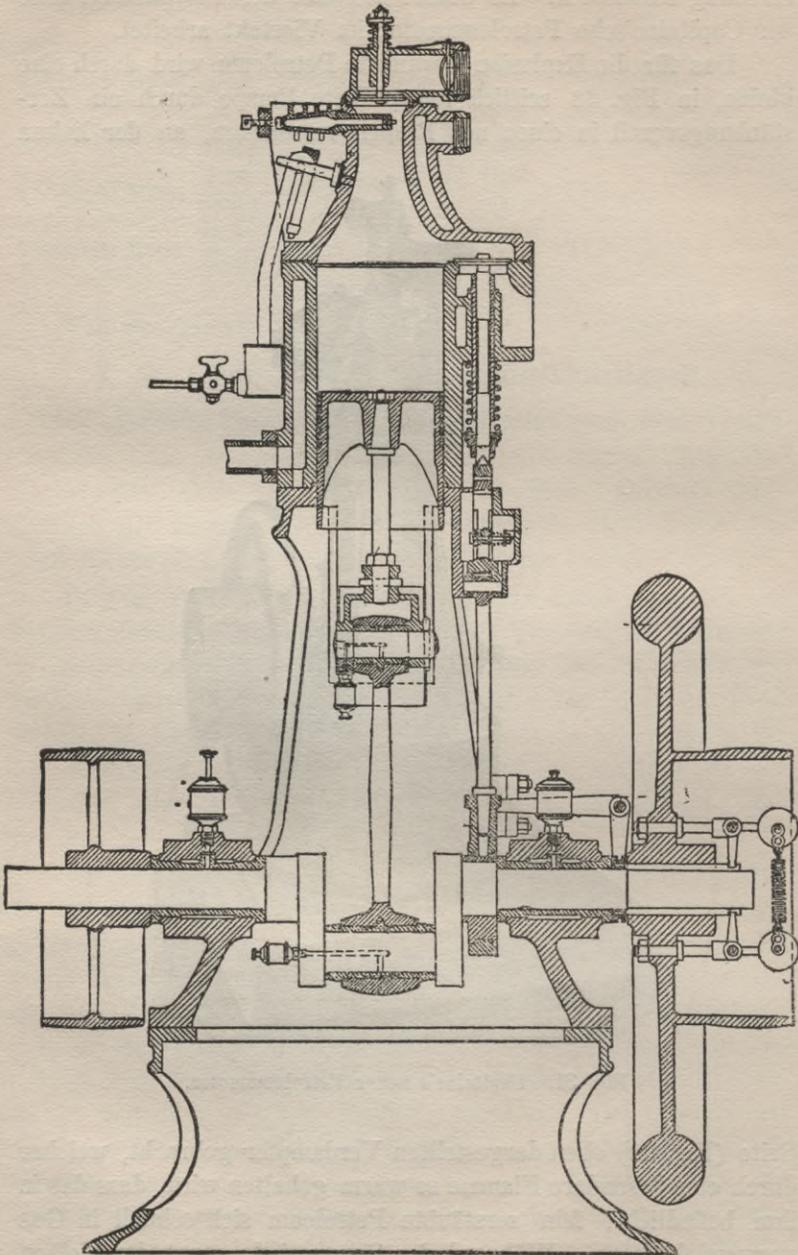


Fig. 32. Senkrechter Schnitt durch den Capitaine'schen Petroleummotor.

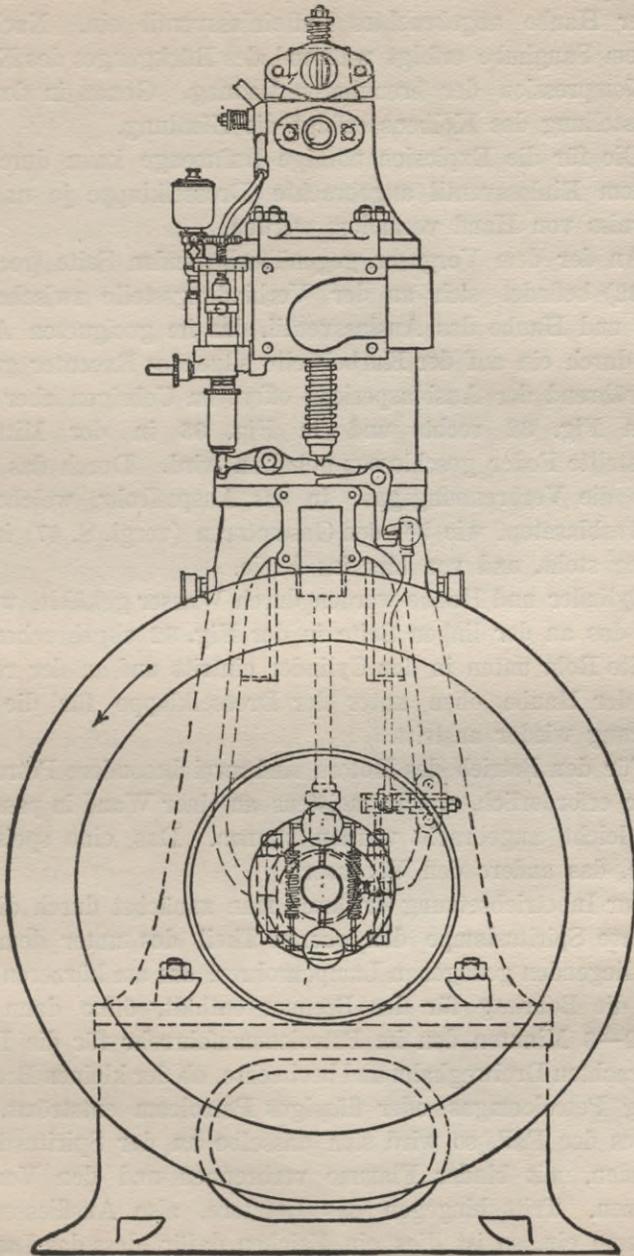


Fig. 33. Ansicht vom Capitaine'schen Petroleummotor.

zur Explosion erforderliche atmosphärische Luft durch ein oben in der Haube angebrachtes Lufteinlassventil ein. Nach vollendetem Saughube erfolgt während des Rückganges des Kolbens die Kompression der brennbaren Ladung. Genau in der Todpunktstellung des Kolbens erfolgt die Zündung.

Die für die Explosion nöthige Luftmenge kann durch eine vor dem Einlassventil angebrachte Drosselklappe je nach Erforderniss von Hand verändert werden.

An der dem Vergaser gegenüberliegenden Seite (rechts in Fig. 32) befindet sich an der Verbindungsstelle zwischen Cylinder und Haube das Auslassventil, das im geeigneten Augenblick durch ein auf der Kurbelwelle sitzendes Excenter geöffnet und während der Ausblasperiode offen, im Uebrigen aber durch die in Fig. 32 rechts und in Fig. 33 in der Mittellinie dargestellte Feder geschlossen gehalten wird. Durch das Ventil treten die Verbrennungsgase in das Auspuffrohr, welches mit dem Ausblasetopf wie bei den Gasmotoren (vergl. S. 47) in Verbindung steht, und von hier ins Freie.

Cylinder und Haube werden durch Wasser gekühlt, welches durch das an der linken Seite in der Fig. 32 abgebrochen dargestellte Rohr unten in den Cylinder eintritt und an der rechten Seite der Haube oben unter der Drosselklappe für die Luftzuführung wieder austritt.

Für den Betrieb des Motors sind zwei besondere Petroleumgefäße erforderlich, welche meistens an einer Wand in passender Höhe leicht angebracht werden können. Das eine speist die Lampe, das andere den Vergaser.

Zur Inbetriebsetzung erwärme man zunächst durch die mitgelieferte Spirituslampe den oberen Theil des unter dem Vergaser liegenden gebogenen Lampenrohres, das am kürzeren Ende unten die Bohrung für den Brenner enthält, öffne dann nach etwa 2—3 Minuten den im Petroleumzufuhrrohr für die Lampe angebrachten Dreiweghahn und beobachte, ob der kleinen Brenneröffnung Petroleumgas oder flüssiges Petroleum entströmt. Ist Ersteres der Fall, so wird sich dasselbe an der Spiritusflamme entzünden, mit blauer Flamme verbrennen und den Vergaser erwärmen. Tritt hingegen das Letztere, also Ausfließen von Petroleum ein, so ist dies ein Zeichen dafür, dass das Lampenrohr noch nicht hinreichend vorgewärmt ist, da auch diese Flamme nur durch Petroleumgas gespeist werden soll. Im letzteren Falle

stelle man möglichst schnell den Dreiwegehahn so, dass das Petroleum aus dem Lampenrohr abfließen kann.

Brennt die Lampe gut, so hat nach einigen Minuten der Vergaser eine hinreichende Wärme erlangt, um den Motor anlassen zu können. Es muss zu diesem Zweck zunächst dem Vergaser aus dem Vorrathsgefäß etwas Petroleum zugeführt werden. Hierzu dient die kleine schon erwähnte Petroleumpumpe, welche durch das auf der Kurbelwelle befindliche Excenter vermittelt Stange und Hebel (vergl. Fig. 33) in Thätigkeit gesetzt werden kann. Das Petroleum fließt der möglichst einfach konstruirten Pumpe aus dem Gefäß zu und wird von derselben durch das Zerstäubungsventil in den Vergaser gebracht.

Ist dieser hinreichend vorgewärmt, so pumpt man durch Auf- und Abbewegen des Pumpenhebels mit der Hand dem Luft-einlassrohr am Zerstäuber etwas Petroleum zu und dreht dann kräftig das Schwungrad an, worauf der Motor von selbst weiterläuft.

Für den guten Gang desselben ist es ein Hauptforderniss, dass dem Vergaser stets die richtige Menge Petroleum, für jeden Hub nur wenige Tropfen, zugeführt wird. Es ist daher noch eine besondere Regulirvorrichtung an der Pumpe für die Petroleum-zufuhr vorgesehen.

Bei der erstmaligen Inbetriebsetzung ist noch besonders darauf zu achten, dass sowohl aus dem Petroleumzufuhrrohr als auch aus der Pumpe die Luft sorgfältig entfernt ist, was leicht durch eine kleine Entlüftungsschraube geschehen kann.

Zum Anhalten des Motors braucht man nur die Petroleum-zufuhr zum Vergaser durch Hochhalten des Pumpenhebels ab-zusperren.

Dass man auch diese Motoren sorgfältig reinhalten muss, ist wohl selbstverständlich. Nach Verlauf von etwa 60 Arbeits-stunden ist die Haube abzunehmen und eine Reinigung namentlich des Auslassventils, des Zündkanals und des Kolbendeckels erforderlich.

Die Kühlung erfolgt in der schon früher angegebenen Weise (vergl. S. 48 ff.) durch Anschluss an eine vorhandene Wasserleitung, durch selbstthätige Kühlgefäße oder durch die Capitaine'schen Ventilator-Kühlgefäße.

Die Umdrehungszahl etc. der vorerst nur in Grössen von 1, 2 und 4 Pferdestärken gebauten Petroleummotoren befinden sich übersichtlich auf den letzten Seiten dieses Buches angegeben.

Die Kostenberechnung stellt sich wie folgt:

**Kostenberechnung für den Petroleummotor,  
System Capitaine.\*)**

Für eine Betriebsdauer von 3000 Stunden.

**A. Für verzolltes Petroleum.**

Anzahl der Pferdestärken.	1	2	4
Preis in Mark.	800	1000	1700
1. Amortisation, Betriebsdauer 15 Jahre (wie bei den Gasmotoren angenommen) . . . . .	M. $\frac{800}{15} = 53,33$	M. $\frac{1000}{15} = 66,67$	M. $\frac{1700}{15} = 113,33$
2. Verzinsung 5 Proz. . . . .	$\frac{800}{100} \cdot 5 = 40,00$	$\frac{1000}{100} \cdot 5 = 50,00$	$\frac{1700}{100} \cdot 5 = 85,00$
2. Reparaturen etc. . . . .	= 60,00	= 65,00	= 80,00
4. Schmiermaterial, Verpackung etc. . . . .	= 120,00	= 130,00	= 160,00
5. Kühlwasserverbrauch (wenn an eine Wasserleitung angeschlossen) 1 cbm = 0,15 M. . . . .	$0,04 \cdot 3000 \cdot 0,15 = 18,00$	$0,08 \cdot 3000 \cdot 0,15 = 36,00$	$0,16 \cdot 3000 \cdot 0,15 = 72,00$
6. Kosten der Kraftquelle (Brenn-Petroleum mit Zoll 1 l = 0,17 M.) . . . . .	$0,6 \cdot 3000 \cdot 1 \cdot 0,17 = 306,00$	$0,5 \cdot 3000 \cdot 2 \cdot 0,17 = 510,00$	$0,4 \cdot 3000 \cdot 4 \cdot 0,17 = 816,00$
zusammen Mark	597,33	857,67	1326,33

**B. Für vom Zoll befreites Petroleum.**

Laufende Nummer 1 bis 5 wie unter A.	M.	M.	M.
6. Kosten der Kraftquelle (Brenn-Petroleum ohne Zoll 1 l = 0,10 M.) . . . . .	$0,6 \cdot 3000 \cdot 1 \cdot 0,10 = 180,00$	$0,5 \cdot 3000 \cdot 2 \cdot 0,10 = 300,00$	$0,4 \cdot 3000 \cdot 4 \cdot 0,10 = 480,00$
zusammen Mark	471,33	647,67	990,33

\*) Die Capitaine'schen Petroleummotoren werden für landwirtschaftliche Zwecke von den Fabrikanten J. M. Grob & Comp. auf einem Wagen so aufgebaut, dass dieselben überall auch auf freiem Felde Verwendung finden können. Die Kühlung des Cylinders geschieht dann durch patentirte Ventilator-Kühlgefäße. Auch sind schon Boote mit solchen Motoren als Antrieb für die Schiffsschrauben ausgeführt worden, welche sich gut bewähren.

Hiernach kostet eine Pferdekraft in einer Stunde:

	a) mit Zoll:	b) ohne Zoll:
1 pferdiger Motor	$\frac{597,33}{3000} = 19,9 \text{ Pf.}$	$\frac{471,33}{3000} = 15,7 \text{ Pfennig}$
2 pferdiger Motor	$\frac{857,67}{3000 \cdot 2} = 14,3 \text{ „}$	$\frac{647,67}{3000 \cdot 2} = 10,8 \text{ „}$
4 pferdiger Motor	$\frac{1326,33}{3000 \cdot 4} = 11,1 \text{ „}$	$\frac{990,33}{3000 \cdot 4} = 8,3 \text{ „}$

### Kleinmotoren, deren Kraftquelle die Wärme ist.

#### A) Heissluftmaschinen.

Es ist ein bekanntes Naturgesetz, dass ein Körper sich ausdehnt, wenn ihm Wärme zugeführt wird, dass er sich dagegen zusammenzieht, wenn ihm Wärme entzogen wird. Hindert man denselben daran, diese Bewegungen auszuführen, so sucht er diese Hindernisse unter bedeutender Kraftentwicklung zu überwinden. Der Gedanke lag daher nicht fern, einem geeigneten Körper, der sich selbstredend in luftförmigem Zustande befinden und überall leicht und ohne erhebliche Kosten zu haben sein musste, Wärme zuzuführen, ihn dadurch auszudehnen und ihn in diesem Bestreben einen überwindbaren Widerstand entgegenzusetzen. Man brauchte daher nur in einem cylindrischen Gefässe hinter einem beweglichen Kolben einen luftförmigen Körper zu erwärmen, wodurch derselbe sich ausdehnen und den beweglichen Kolben kräftig nach einer bestimmten Richtung hin fortreiben musste, diesen Körper dann wieder abzukühlen und den Vorgang oft zu wiederholen, so war damit im Prinzip eine Kraftmaschine geschaffen. Als zweckentsprechender Körper, der während der Wärmezufuhr sich arbeitsverrichtend ausdehnen konnte, fand sich die überall vorhandene atmosphärische Luft, als Wärmequelle hingegen die bekannten Brennmaterialien, Steinkohlen, Braunkohlen, Koks\*) etc.

\*) Das Wort „Koks“ kommt vom lateinischen coquo, coxi, coctum, coquere, kochen und nicht von cogo, coegi, coactum, cogere, zusammenreiben. Es kann daher im Deutschen auch nur „Koks“ geschrieben werden.

In einer solchen Kraftmaschine mussten sich daher nach einander folgende Vorgänge abspielen: zunächst musste in einem Cylinder atmosphärische Luft erwärmt werden, sich ausdehnen und einen Kolben in bestimmter Richtung vorwärts treiben, hierauf musste die Luft abgekühlt werden, sich zusammenziehen und der Kolben in einer der vorigen entgegengesetzten Richtung zurückbewegt werden; wurde nun noch die Umsetzung der geradlinigen, hin- und hergehenden Bewegung des Kolbens durch einen Kurbelmechanismus in eine drehende bewirkt, so war damit eine wirkliche Kraftmaschine geschaffen, und in der That spielen sich alle diese Vorgänge in der Heissluftmaschine ab.

Die vorhandenen Kleinmotoren dieser Art lassen sich nun, je nachdem stets dieselbe atmosphärische Luft zur Erwärmung und Abkühlung benutzt oder stets eine andere Luftmenge erwärmt und abgekühlt wird, in zwei Gruppen und zwar in geschlossene und offene Heissluftmaschinen eintheilen.

Demnach sind

geschlossene Heissluftmaschinen solche Motoren, in denen stets dieselbe Luftmenge zur Kraftäusserung benutzt wird, und

offene Heissluftmaschinen solche Motoren, in denen stets eine andere, also neue Luftmenge arbeitsverrichtend wirkt. Diese letzteren arbeiten daher mit Auspuff und sind mit einem Ausblaserohr versehen, während die ersteren dasselbe nicht haben.

Zu den besten geschlossenen Heissluftmaschinen gehört ohne Zweifel der Motor von Rider-Monski, der von

**G. L. Hugo Franken,**  
**Berlin C., Kaiser Wilhelmstrasse 48,**

in den Handel gebracht wird.

Derselbe besteht, wie aus der Ansicht Fig. 34 und dem Durchschnitt Fig. 35 ersichtlich, im Wesentlichen aus zwei verschiedenen, getrennt von einander angeordneten, stehenden Cylindern, zwischen denen sich das Schwungrad befindet. Die Hauptbestandtheile sind: die Feuerung mit dem darüber befindlichen Heiztopf *H* (Fig. 35), der Kraft- oder Arbeitscylinder *K* mit dem darin beweglichen Kolben *B*, der Kühlcylinder *L* mit seinem Kolben *A*, der auch Verdränger genannt wird, und die

zwischen beiden Cylindern befindliche kleine, kastenförmige Verbindung *R*, der Regenerator.

In dem allseitig geschlossenen Heiztopf *H* wird durch das unter demselben befindliche Brennmaterial atmosphärische Luft erwärmt, dieselbe muss sich in Folge dessen in dem über dem Heiztopf befindlichen Arbeitscylinder *K* ausdehnen und treibt hierbei den beweglichen Kolben *B* aufwärts. Ist dies in hinreichendem Masse geschehen, so tritt die Luft durch den Regenerator *R*, dessen Zweck sogleich noch näher angegeben wird, in den Verdrängercylinder *L* zwischen Cylinderwandung und

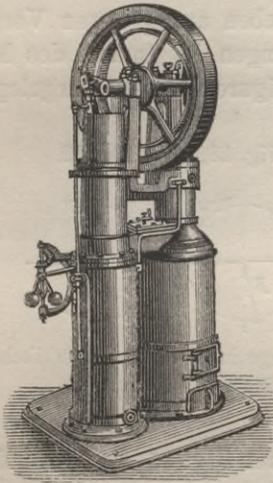


Fig. 34. Rider-Monski'sche Heissluft-Maschine.

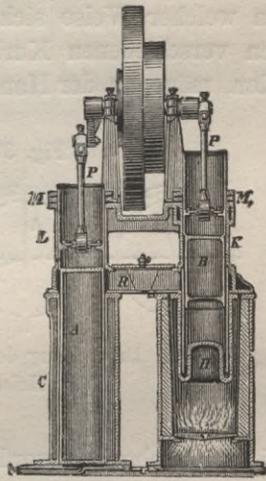


Fig. 35. Schnitt durch die Rider - Monski'sche Heissluft-Maschine.

Kolben ein und wird durch das zwischen dem Cylinder *L* und dem denselben umgebenden Mantel *C* befindliche Wasser abgekühlt, eilt dann wieder durch den Regenerator *R* in den Arbeitscylinder *K* und den Heiztopf *H*, wird wieder erwärmt und somit beginnt dasselbe Spiel von Neuem.

Um der Luft nicht alle ihr mitgetheilte Wärme durch das Kühlwasser wieder entziehen zu müssen und somit an Brennmaterial zu sparen, ist der Regenerator *R* angeordnet worden. Derselbe enthält in seinem kastenförmigen Hohlraum eine grosse Anzahl kleiner Metallplatten, durch welche die erwärmte Luft bei dem Uebertritt vom Arbeits- in den Verdrängercylinder sich

hindurchzwängen muss, hierbei giebt sie einen Theil der ihr durch die Heizung zugeführten Wärme an die Platten ab; das umgekehrte Verfahren tritt beim Zurücktritt der abgekühlten Luft aus dem Verdränger in den Arbeitscylinder ein, dieselbe muss sich jetzt ebenfalls durch die Platten hindurchzwängen, nimmt aber von denselben Wärme auf, es braucht derselben daher durch die Feuerung so viel weniger Wärme zugeführt zu werden, als sie schon im Regenerator aufgenommen hat.

Ein und dieselbe Luftmenge wird in dieser Weise in einer Minute 100—140 Mal erwärmt und abgekühlt; ein Auspuff findet daher nicht statt.

In welcher Weise sich die soeben angegebenen Vorgänge bei den verschiedenen Kurbelstellungen im Innern des Motors abspielen, möge an der Hand der Figuren 36—39 dargelegt und

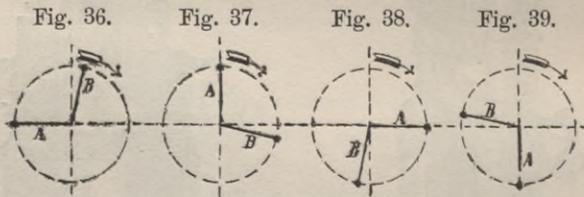


Fig. 36—39. Darstellung der Vorgänge in der Rider-Monski'schen Heissluft-Maschine.

hierbei noch nachgeholt werden, dass in Fig. 35 die Verbindungsstangen zwischen Kolben und Kurbeln, also die Pleuelstangen mit *P* bezeichnet sind und die Dichtungen der Kolben in den Cylindern durch einfache Ledermanchetten *M* erfolgt.

Der Kreis in den Figuren 36—39 bezeichnet den Weg, den der Kurbelzapfen macht, *A* ist die Kurbel des Verdrängerkolbens und *B* diejenige des Arbeitskolbens. Beide Kurbeln sind gleich lang und daher ist der Kolbenhub in beiden Cylindern genau derselbe; die Kolben haben in den Cylindern aber nicht dieselbe Stellung, weil beide Kurbeln um einen Winkel von etwas mehr als 90 Grad gegen einander versetzt sind. Da der Pfeil den Drehungssinn der Kurbeln bezeichnet, so bleibt, wie aus den Figuren ersichtlich, der Verdrängerkolben *A* stets um etwas mehr als einen rechten Winkel hinter dem Arbeitskolben zurück, man sagt, der letztere eile dem ersteren um den erwähnten Winkel voraus.

In Fig. 36 ist eine Stellung gezeichnet, in der die Kurbel *B* und somit auch der in Fig. 35 mit dem gleichen Buchstaben bezeichnete Arbeitskolben sich abwärts bewegt und die im Cylinder *K* enthaltene, erwärmte Luft durch den Regenerator *R* nach dem Verdrängerzylinder hinüberdrückt.

Da die Kurbel *A* und somit auch der Verdrängerkolben sich gleichzeitig aufwärts bewegen, so kommt der letztere dem Arbeitskolben *B* beim Hindurchdrängen der Luft durch den Regenerator insofern noch zur Hülfe, als er dieselbe bei seinem Aufwärtsgange ansaugt. Auf diesem Wege giebt die Luft einen Theil der Wärme an die Platten im Regenerator ab und wird dann an den kalten Wänden des Verdrängerzylinders weiter abgekühlt. Dieser Vorgang währt so lange, bis die Kurbeln die in Fig. 37 dargestellte Stellung eingenommen haben, diese Periode kann daher die Abkühlungsperiode genannt werden.

Hat der Verdränger *A* (Fig. 37) seinen höchsten Stand erreicht und der Arbeitskolben *B* soeben beim Abwärtsgange seine mittlere Stellung überschritten, so bewegen sich beide Kolben abwärts, und es muss daher die unter ihnen befindliche Luft zusammengedrückt (komprimirt) werden. Dieser Vorgang dauert wieder so lange, bis die Kurbeln die in Fig. 38 gezeichnete Stellung erreicht haben; diese Periode kann man als Kompressionsperiode bezeichnen.

Nimmt die Verdrängerkurbel *A* die Stellung Fig. 38 ein, so hat der Arbeitskolben soeben seinen tiefsten Punkt überschritten und bewegt sich wieder aufwärts, also im entgegengesetzten Sinne wie der Verdrängerkolben. Es wird daher Luft vom Verdränger durch den Regenerator nach dem Arbeitskolben hinübergedrückt, während dieser zugleich wieder saugend wirkt. Die abgekühlte Luft nimmt hierbei aus dem Regenerator Wärme auf und erfährt eine weitere Erwärmung in dem Heiztopf. Dieser Vorgang, den man die Erwärmungsperiode nennen könnte, währt so lange, bis die Kurbeln die Stellung in Fig. 39 angenommen haben; von diesem Moment an bewegen sich beide Kurbeln aufwärts, die während der vorigen Periode zugeführte Wärme dehnt die Luft aus, es ist dieses die Expansions- oder Arbeitsperiode, und so folgen bei jeder Schwungradumdrehung stets Abkühlung, Kompression, Erwärmung und Expansion auf einander.

Bei dieser Betrachtung ist zwar nicht berücksichtigt worden,

dass der Heiztopf *H* ununterbrochen Wärme zuführt, dieser Umstand ändert aber an der Wirkungsweise des Motors nichts.

Da die Kolben nicht absolut dicht in den Cylindern geführt werden können und sonst gelegentlich noch die Luft aus dem Innern der Maschine entweichen könnte, so ist an dem Verdränger-cylinder *L* noch ein kleines sogenanntes Schnarchventil angebracht, welches beim Herabsinken des Luftdruckes in dem Cylinder unter den äusseren Atmosphärendruck der Luft den Eintritt in den Cylinder selbsthätig gestattet und somit etwa auftretende Luftverluste sofort ausgleicht. An dem oberen Theil des Regenerators befindet sich ein kleiner Hahn, durch welchen man bei entsprechender Stellung die Luft aus dem Innern entweichen lassen kann, was ein fast augenblickliches Stillstehen des Motors zur Folge hat.

Die Rider-Monski'schen Heissluftmotoren werden in Grössen von  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{2}{3}$ , 1 und 2 Pferdestärken gebaut. Ihre Aufstellung ist nicht an polizeiliche Bestimmungen gebunden, vielmehr darf dieselbe überall da erfolgen, wo man gewöhnliche Stubenöfen hinstellen kann. Die Maschinen sind verhältnissmässig leicht und brauchen daher in den meisten Fällen keine besonderen Fundamente, dieselben werden sogar als Pumpmaschinen auf besonderen fahrbaren Wagen hergestellt.

Das Kühlwasser wird meistens aus einem besonderen Kühlgefäss durch eine am Motor befindliche, kleine Pumpe entnommen und in den Hohlraum zwischen Verdränger-Cylinder und -Mantel gepumpt, aus welchem es dann wieder in das Gefäss zurückfliesst. Die Kühlung kann aber auch durch Anschluss an eine vorhandene Wasserleitung wie bei den Gasmotoren erfolgen.

Die Inbetriebsetzung ist ausserordentlich einfach, indem man nur unter dem Heiztopf Feuer anzumachen braucht; sind alle Theile sauber gereinigt und geölt, so kann man etwa 15—20 Minuten nach dem Anheizen durch Drehen am Schwungrade den Motor in Bewegung setzen. Um denselben anzuhalten, braucht man nur den kleinen Hahn auf dem Regenerator zu öffnen.

Preise, Raumbedarf etc. sind auf den letzten Seiten dieses Buches angegeben.

Die Betriebskosten berechnen sich in der folgenden Weise:

Kostenberechnung für die geschlossene Heissluft-  
maschine von Rider-Monski, G. L. Hugo Franken-Berlin.

Für eine Betriebsdauer von 3000 Stunden.

Anzahl der Pferdestärken.	$\frac{1}{2}$	1	2
Preis der Motoren in Mark.	900	1450	1850
1. Amortisation, Betriebsdauer 15 Jahre . . .	M. $\frac{900}{15} = 60,00$	M. $\frac{1450}{15} = 96,67$	M. $\frac{1850}{15} = 123,33$
2. Verzinsung 5 Proz. . . . .	$\frac{900}{100} \cdot 5 = 45,00$	$\frac{1450}{100} \cdot 5 = 72,50$	$\frac{1850}{100} \cdot 5 = 92,50$
3. Reparaturen und Ersatz der Heiztöpfe . . .	= 18,00	= 21,00	= 24,00
4. Schmierung, Dichtung etc.	= 7,50	= 15,00	= 30,00
5. Kühlwasser (wenn an eine Wasserleitung angeschlossen) 1 cbm = 0,15 M.	$3000 \cdot 0,15 \cdot 0,15 = 67,50$	$3000 \cdot 0,3 \cdot 0,15 = 135,00$	$3000 \cdot 0,6 \cdot 0,15 = 270,00$
6. Kraftquelle (Koksver- brauch) 100 kg zu 1,25 M. . .	$\frac{3000 \cdot 2,5 \cdot 1,25}{100} = 93,75$	$\frac{3000 \cdot 5 \cdot 0,1,25}{100} = 187,50$	$\frac{3000 \cdot 10 \cdot 1,25}{100} = 375,00$
Zusammen Mark	291,75	527,67	914,83

Somit kostet eine Pferdekraft in einer Stunde:

für den  $\frac{1}{2}$ pferdigen Motor

$$\frac{291,75}{3000 \cdot 0,5} = 19,4 \text{ Pf.},$$

für den 1pferdigen Motor

$$\frac{527,67}{3000 \cdot 1} = 17,6 \text{ Pf.},$$

und für den 2pferdigen Motor

$$\frac{914,33}{3000 \cdot 2} = 15,2 \text{ Pf.}$$

Zu den offenen oder den mit Auspuff arbeitenden Heissluftmaschinen gehört der von der

**Actien-Gesellschaft für den Bau landwirthschaftlicher Maschinen und Geräte und für Wagenfabrikation**

**H. F. Eckert, Berlin O., Weidenweg 66—71**

gebaute Bénier-Motor, welcher in der Ansicht in Fig. 40 dargestellt ist.

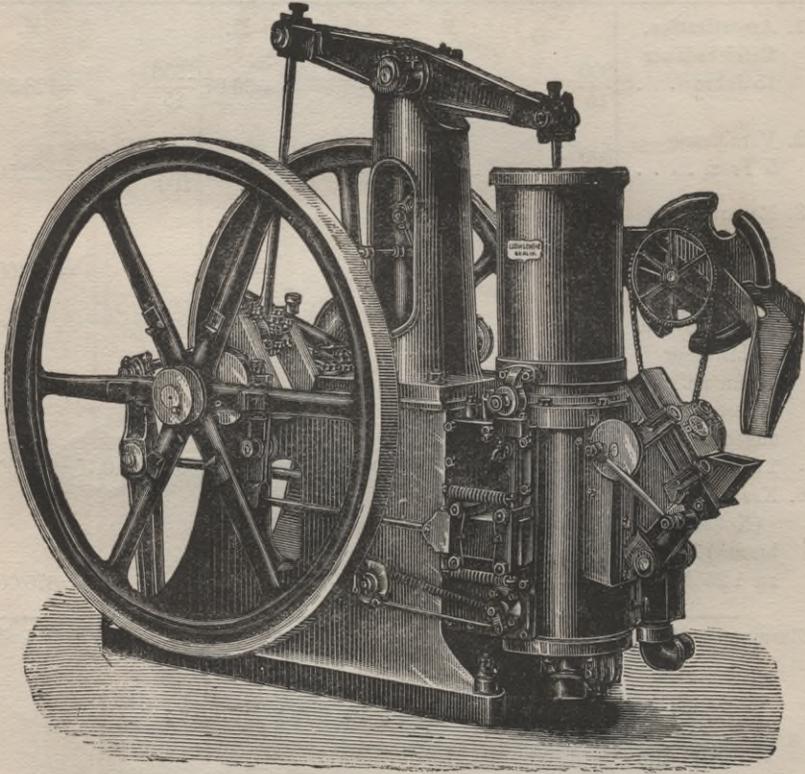


Fig. 40. Bénier-Motor.

Derselbe besteht im Wesentlichen aus dem Arbeitscylinder *a* (Fig. 41), in welchem ein hohler Kolben *b* sich auf- und abwärts bewegen kann, einer geschlossenen Feuerung *c* und einer Luftpumpe *d* sowie dem eigentlichen Maschinengestell mit Balancier und Schwungrad.

Steht der Kolben *b* in seiner tiefsten Stellung, also un-

mittelbar über dem Feuer, so muss derselbe im nächsten Augenblick aufwärts bewegt und demselben daher die für diese Bewegung erforderliche Kraft zugeführt werden. Da nun der Kolben selbst nach oben hin die Feuerung abschliesst, so muss der im Feuerungsraum befindlichen Luft behufs Ausdehnung Wärme zu-

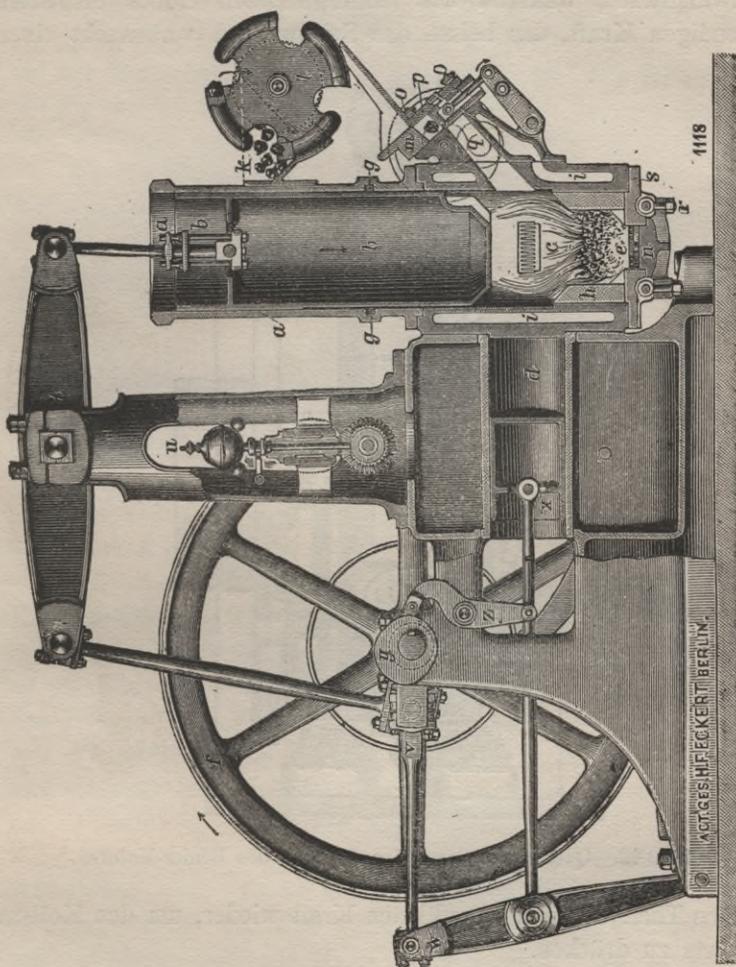


Fig. 41. Längenschnitt durch den Bénéier-Motor.

geführt werden. Zu diesem Zwecke wird dem unter dem Kolben befindlichen Feuer von einer Luftpumpe *d* her Luft durch den Rost *e* zugeführt, das Feuer lebhaft angefacht und der Kolben durch die entwickelte Wärme in die Höhe getrieben. Hat derselbe seine höchste Stellung erreicht, so muss er sich wieder

abwärts bewegen, hieran würde ihn aber die unter ihm befindliche Luft hindern, dieselbe muss daher durch ein tellerförmiges Auslassventil, welches in Fig. 42 rechts neben dem Schwungrade sichtbar ist, ins Freie entweichen — auspuffen können. Die Abwärtsbewegung wird hervorgerufen durch einen Theil der dem Schwungrade *f* während des vorhergehenden Hubes ertheilten lebendigen Kraft, das heisst, das Schwungrad verbraucht einen

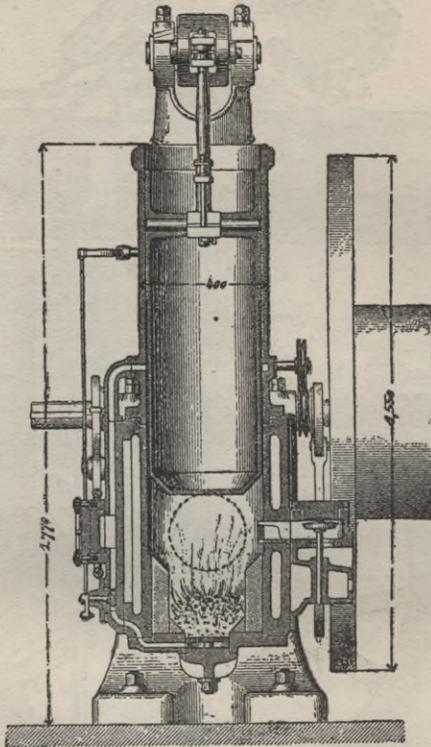


Fig. 42. Querschnitt durch den Cylinder des Bénier-Motors.

kleinen Theil der ihm zugeführten Kraft wieder, um den Kolben abwärts zu drücken.

Der Zweck der Luftpumpe ist jetzt nun ohne Weiteres klar. Dieselbe muss während eines Theiles des Aufwärtsganges des Kolbens *b* Luft unter die Feuerung pressen und während des Abwärtsganges des Kolbens äussere atmosphärische Luft für den folgenden Kolbenhub ansaugen. Der Luftpumpenkolben *x* erhält seinen Antrieb von der Kurbelwelle *v* und einem Hebel *w*,

an dem die Kolbenstange angreift. Würde die Luft von der Luftpumpe aus unter das Feuer treten, bevor der Kolben *b* seine tiefste Stellung eingenommen hat, so würde die Kraft der Bewegungsrichtung des Kolbens entgegenwirken, was für den Gang der Maschine nachtheilig ist. Es ist daher ein kleiner Schieber angeordnet, welcher im richtigen Momente den Luftzutrittskanal öffnet und schliesst. Die Bewegung desselben erfolgt von dem auf der Kurbelwelle sitzenden Excenter *y* und dem Hebel *z* aus. (In Fig. 41 ist der Schieber nicht gezeichnet, dagegen ist er in Fig. 42 links neben der Feuerung und in Fig. 40 dargestellt.)

Da der Kolben *b* sich unmittelbar über dem Feuer befindet und somit einer beträchtlichen Wärme ausgesetzt ist, musste eine Kühlung desselben vorgesehen werden. Diese ist nun in sehr einfacher und sinnreicher Weise bei dem Bénier-Motor dadurch erreicht, dass nicht die ganze von der Luftpumpe angesaugte Luftmenge unter den Rost für die Kraftentwicklung gedrückt, sondern dass ein Theil derselben auch in den ringförmigen Kanal *g* im Cylinder geleitet wird. Diese Luft bewirkt nicht allein eine Abkühlung des Kolbens, sondern hält auch die bei der Luftzuführung unter den Rost etwa fortgerissenen Aschentheilchen von der Dichtungsfläche zwischen Kolben und Cylinder über dem Kanal *g* fern.

Die zweifache Verwendung der atmosphärischen Luft, zur Kraftentwicklung und Abkühlung des Kolbens, bietet die Möglichkeit, die Umdrehungszahl des Schwungrades ziemlich konstant zu erhalten, und zwar geschieht dieses dadurch, dass ein empfindlicher Regulator *u* (im Balancierträger) auf ein zwischen Schieber und Feuerung eingeschaltetes, einfaches Drosselventil einwirkt und dasselbe so einstellt, dass bei zu hoher Umdrehungszahl des Schwungrades weniger Luft unter den Rost *e* für die Kraftentwicklung, dafür aber mehr Luft in den Kanal *g* zur Abkühlung tritt. Es ist klar, dass durch die verminderte Luftzuführung unter den Rost weniger Wärme entwickelt und somit auch weniger treibende Kraft erzeugt wird. Bei zu geringer Umdrehungszahl des Schwungrades wird umgekehrt durch vergrösserte Luftzufuhr unter den Rost die Wärmeentwicklung befördert und die treibende Kraft vergrössert.

In dem Feuerungsraum *c* entwickelt sich eine bedeutende Wärme, welche auf die denselben bildenden Eisentheile schädlich einwirken würde; die letzteren sind daher noch durch einen

Graphitring *h* und eine Wasserkühlung *i* sorgfältig geschützt worden. Der Graphitring, welcher der Abnutzung unterliegt, kann leicht nach Lösung des Cylinderdeckels *s*, in welchem der Rost *e* befestigt ist, durch einen anderen ersetzt werden.

Das Kühlwasser kann auch für diesen Motor einem besonderen Wassergefäss oder einer vorhandenen Wasserleitung entnommen werden; dasselbe wird an der tiefsten Stelle ein- und an der höchsten wieder abgeführt.

Die Wirkung der durch die Wärme entwickelten Kraft muss sofort aufhören, wenn die allseitig geschlossene Feuerung behufs Nachfüllens von Brennmaterial geöffnet würde. Es musste daher vor der Nachfüllöffnung *q* eine Vorrichtung angebracht werden, welche während des Aufschüttens die im Innern der Feuerung befindliche Luft nicht entweichen lässt und ausserdem zur Ersparung von Kosten für die Wartung das Aufschütten möglichst noch selbstthätig besorgt. Beides wird dadurch erreicht, dass ein kleiner Becherapparat *l* dem Koksbehälter *k* das erforderliche, zerkleinerte Brennmaterial entnimmt und dasselbe auf einen vor der Nachfüllöffnung beweglich angeordneten Schieber *m* giebt. Dieser ist mit einem Schlitz versehen, in welchem er bei seinem grössten Ausschlage in der Richtung nach dem Cylinder hin die wallnussgrossen Koksstückchen aufnimmt, um dieselben dann bei seinem grössten Ausschlage nach der entgegengesetzten Seite hin in die Nachfüllöffnung *q* fallen zu lassen. Während sich der Schlitz *m* über der Nachfüllöffnung *q* befindet, ist die Luft im Innern der Feuerung durch den Schieberdeckel *p* am Entweichen verhindert. Die Befestigung des letzteren ist durch Anspannmutter *o* so zu reguliren, dass derselbe leicht beweglich bleibt, ohne merklich Luft entweichen zu lassen.

Der Bénier-Motor wird nur mit stehendem Cylinder und in Grössen von 4 und 6 Pferdestärken gebaut. Die Aufstellung desselben ist nicht von besonderen Konzessionen abhängig.

Da dieser Motor ein verhältnissmässig grosses Gewicht hat, so eignet er sich weniger gut zur Aufstellung in den Stockwerken bewohnter Häuser, er hat dafür aber mehr Eingang bei der Landwirthschaft gefunden. Der Motor wird auf einem gemauerten Fundamentbock mittelst kräftiger Ankerschrauben befestigt. Für die Luftpumpe entnimmt man die erforderliche atmosphärische Luft zweckmässig durch ein Rohr an einer Stelle ausserhalb des Gebäudes. Für die Auspuffleitung und das Kühl-

wasser mit den erforderlichen Anschlüssen ist bei der Aufstellung zu sorgen.

Auch hier gilt wieder: wer an seinem Motor Freude erleben und von ihm Vortheil haben will, der Sorge für peinlichste Reinhaltung und gute Schmierung. Namentlich müssen vor der Inbetriebsetzung alle sich bewegenden Theile sorgfältig von Staub und Schmutz gereinigt werden, alle vorhandenen Schmiergefässe mit konsistentem Fett gefüllt und alle sich reibenden Theile noch hinreichend mit flüssigem, reinen Oel versehen werden. Der Arbeitskolben bedarf im Allgemeinen keiner Schmierung, sollte sich dieselbe aber dennoch als nöthig erweisen, so ist hier Talg anzuwenden. Selbstredend darf das Schmieren nicht in solcher Weise ausgeführt werden, dass das Oel während des Betriebes abtropft.

Für die Inbetriebsetzung des Motors müssen zunächst die Anspannmutter *o* (Fig. 41) gelöst, dann der Schieberdeckel *p* abgehoben und der Schieber so zurückgeschlagen werden, dass die Füllöffnung *q* freiliegt; hierauf wird etwa 1 kg glühende Holzkohle und  $\frac{1}{2}$  kg Koks eingefüllt; nun reinigt man den Schieber, schmiert denselben und schliesst die Oeffnung *q* wieder.

Durch Drehen am Schwungrade wird dann die Luftpumpe in Thätigkeit gesetzt, wodurch die Verbrennung derartig gefördert wird, dass schon nach wenigen Umdrehungen der Motor sich selbst bewegt und nach etwa 20 Minuten seine volle Wirkung ausüben kann. Die selbstthätige Kokszuführung wird dann so regulirt, dass der Feuerraum *c* etwa bis zur Hälfte gefüllt ist, wovon man sich durch ein Schauglas im Schieberdeckel leicht überzeugen kann. Das Feuer muss immer mit Weissgluth brennen. Ist der äussere Cylindermantel warm geworden, dann stelle man noch das Kühlwasser an.

Die Ausserbetriebsetzung geschieht durch Oeffnen eines Luft-hahnes und erforderlichen Falles hiernach noch durch Bremsen am Schwungrade. Ist der Motor zum Stillstand gekommen, so wird am Cylinderdeckel die Mutter *r* gelöst und der Verschlussdeckel *n* zurückgeschlagen, worauf die noch im Feuerraume *c* befindlichen Kokstheile leicht entfernt werden können. Nachdem der Graphitring *h* und der Rost *e* noch gereinigt worden, schliesse man den Verschlussdeckel wieder. Soll der Motor nur kurze Zeit ausser Betrieb gesetzt werden, so lässt man das Feuer im Verbrennungsraum, dreht das Schwungrad so, dass das Auspuff-

ventil geöffnet ist und durch eine kleine, im Deckel *n* befindliche Schraube (ähnlich der Regulirschraube am Füllofen) die erforderliche Luftmenge zur Unterhaltung des Feners zugeführt wird. Sollte sich während des Betriebes der Füllkanal verstopfen, so sind die Kokstheilchen mittelst eines besonderen Stosseisens hinabzustossen.

Nach der Ausserbetriebsetzung reinige man wieder den Motor und untersuche sorgfältig, ob auch alle Theile für die hierauf folgende Inbetriebsetzung noch völlig betriebsfähig sind. Von Zeit zu Zeit muss der Arbeitskolben *b* herausgenommen und sorgfältig gereinigt werden.

Die Preise, der Raumbedarf, das Gewicht etc. befinden sich übersichtlich zusammengestellt auf den letzten Seiten dieses Buches.

Die Betriebskosten berechnen sich wie folgt:

Betriebskostenberechnung für den Bénier-Motor der Aktien-Gesellschaft für den Bau landwirthschaftlicher Maschinen und Geräte und für Wagenfabrikation,  
H. F. Eckert, Berlin O.

Für eine Betriebsdauer von 3000 Stunden.

Anzahl der Pferdestärken.	4	6
Preis der Motoren in Mark.	2600	3500
1. Amortisation (Betriebsdauer 15 Jahre) . . . .	M. $\frac{2600}{15} = 173,33$	M. $\frac{3500}{15} = 233,33$
2. Verzinsung 5 Proz. . .	$\frac{2600}{100} \cdot 5 = 130,00$	$\frac{3500}{100} \cdot 5 = 175,00$
3. Reparaturen . . . . .	= 200,00	= 200,00
4. Schmierung, Dichtung und Abnutzung des Graphitringes . . . . .	= 150,00	= 175,00
5. Kühlwasser beim Anschluss an eine Wasserleitung 1 cbm = 0,15 M.	$3000 \cdot 4 \cdot 0,088 \cdot 0,15 = 158,40$	$3000 \cdot 6 \cdot 0,1 \cdot 0,15 = 270,00$
6. Koksverbrauch 100 kg zu 2,25 M. gerechnet mit Rücksicht darauf, dass nur bester Koks verwendet werden darf . .	$\frac{3000 \cdot 1,74 \cdot 2,25}{100} = 459,00$	$\frac{3000 \cdot 1,56 \cdot 2,25}{100} = 607,50$
Zusammen Mark .	1270,73	1660,83

Demnach kostet eine Pferdekraft in einer Stunde:

bei dem 4pferdigen Motor

$$\frac{1270,73}{4 \cdot 3000} = 10,6 \text{ Pf.}$$

bei dem 6pferdigen Motor

$$\frac{1660,83}{6 \cdot 3000} = 9,2 \text{ Pf.}$$

## B. Dampfmaschinen.

Es ist schon Seite 6 u. ff. hervorgehoben, welch ungeheure Umwälzung die Erfindung der Dampfmaschine auf fast allen Industriegebieten hervorgerufen hat. Nach diesen grossen Erfolgen lag der Gedanke nahe, die grosse Dampfmaschine so umzugestalten, dass dieselbe auch einen zweckentsprechenden Motor für den Kleinmeister bildete. Eine ganze Reihe der tüchtigsten Ingenieure hat denselben zu verwirklichen gesucht, eine Menge verschiedener und ausserordentlich sinnreich konstruirter Dampfmotoren sind von tüchtigen Fabriken ausgeführt worden, und doch ist es keiner Konstruktion gelungen, einen auch nur einigermassen durchschlagenden Erfolg zu erzielen. Der Grund hierfür ist darin zu suchen, dass der mit der Dampfmaschine in Verbindung stehende Dampfkessel in Deutschland einer Reihe von gesetzlichen und polizeilichen Bestimmungen unterliegt, die auf die bisher besprochenen Kleinmotoren keine Anwendung finden. Hierhin gehört zunächst die Bestimmung des § 24 der Gewerbeordnung für das deutsche Reich vom 21. Juni 1869; dieser Paragraph lautet:

„Zur Anlegung von Dampfkesseln, dieselben mögen zum Maschinenbetriebe bestimmt sein oder nicht, ist die Genehmigung der nach den Landesgesetzen zuständigen Behörde erforderlich. Dem Gesuche sind die zur Erläuterung erforderlichen Zeichnungen und Beschreibungen beizufügen.“

„Die Behörde hat die Zulässigkeit der Anlage nach den bestehenden bau-, feuer- und gesundheitspolizeilichen Vorschriften, sowie nach denjenigen allgemeinen polizeilichen Bestimmungen zu prüfen, welche von dem Bundesrath über die Anlegung von Dampfkesseln erlassen werden. Sie hat nach dem Befunde die Genehmigung entweder zu versagen, oder

unbedingt zu ertheilen, oder endlich bei Ertheilung derselben die erforderlichen Vorkehrungen und Einrichtungen vorzuschreiben.“

„Bevor der Kessel in Betrieb genommen wird, ist zu untersuchen, ob die Ausführung den Bestimmungen der ertheilten Genehmigung entspricht. Wer vor dem Empfange der hierüber auszufertigenden Bescheinigung den Betrieb beginnt, hat die im § 147 angedrohte Strafe verwirkt.“

„Die vorstehenden Bestimmungen gelten auch für bewegliche Dampfkessel.“

Hiernach sind alle Dampfkessel, das heisst alle Gefässe, in welchen Dampf aus Wasser hergestellt wird, in der Absicht, den gewonnenen Dampf dem Gefäss planmässig zu irgend einem Zwecke zu entziehen, konzessionspflichtig. Diese Konzession wird in Preussen, nach dem § 109 des Gesetzes über die Zuständigkeit der Verwaltungs- und Verwaltungsgerichtsbehörden vom 1. August 1883, von dem Kreis-(Stadt-)Ausschuss, in den einem Landkreise angehörigen Städten mit mehr als 10 000 Einwohnern vom Magistrat (kollegialischer Gemeindevorstand) ertheilt. In den übrigen Bundesstaaten ist durch Landesgesetz die hierzu befugte Behörde ebenfalls bestimmt. Diese prüft die Zulässigkeit in zweifacher Beziehung und zwar erstens nach den bestehenden bau-, feuer- und gesundheitspolizeilichen Vorschriften und zweitens nach den vom Bundesrath auf Grund der Bestimmung des § 24 der Gewerbeordnung erlassenen allgemeinen polizeilichen Bestimmungen über die Anlegung von Dampfkesseln vom 5. August 1890. Diese Bestimmungen enthalten zunächst eine Reihe von Vorschriften über den Bau und die Ausrüstung der Dampfkessel, welche der Kesselfabrikant sorgfältig bei der Herstellung beachtet, dann Vorschriften über die Prüfung derselben, so namentlich im § 11, dass jeder neu aufzustellende Dampfkessel vor der Einmauerung oder Ummantelung mit Wasserdruck geprüft wird, desgleichen jeder Kessel nach einer grösseren Reparatur (§ 12). Hinsichtlich der Aufstellung schreibt der § 14 wörtlich vor:

„Dampfkessel, welche für mehr als sechs Atmosphären Ueberdruck bestimmt sind, und solche, bei welchen das Produkt aus der feuerberührten Fläche in Quadratmetern und der Dampfspannung in Atmosphären Ueberdruck mehr als dreissig beträgt, dürfen unter Räumen, in welchen Menschen sich aufzuhalten pflegen, nicht aufgestellt werden. Innerhalb solcher Räume

ist ihre Aufstellung unzulässig, wenn dieselben überwölbt oder mit fester Balkendecke versehen sind.“

„An jedem Dampfkessel, welcher unter Räumen, in welchen Menschen sich aufzuhalten pflegen, aufgestellt wird, muss die Feuerung so eingerichtet sein, dass die Einwirkung des Feuers auf den Kessel sofort gehemmt werden kann.“

Diese Bestimmungen enthalten wesentliche Einschränkungen über die Verwendung der Dampfmaschinen gegenüber den übrigen Kleinmaschinen und machen in vielen Fällen ihre Aufstellung unmöglich.

Der vorher erwähnte § 147 der Gewerbeordnung sagt:

„Mit Geldstrafe bis zu 300 M. und im Unvermögensfalle mit Haft wird bestraft:

1. . . . .

2. wer eine gewerbliche Anlage, zu der mit Rücksicht auf die Lage oder Beschaffenheit der Betriebsstätte oder des Lokals eine besondere Genehmigung erforderlich ist (§§ 16 u. 24), ohne diese Genehmigung errichtet, oder die wesentlichen Bedingungen, unter welchen die Genehmigung erteilt worden, nicht innehält, oder ohne neue Genehmigung eine wesentliche Veränderung der Betriebsstätte oder eine Verlegung des Lokals oder eine wesentliche Veränderung im Betriebe der Anlage vornimmt.“

Der Kleinmeister hat also unter Androhung einer hohen Strafe bei einer Verlegung seines Geschäftes mit seinem Motor, oder auch seines Dampfmaschinen allein, jedesmal erst um die Erlaubniss zur Wiederaufstellung in einem anderen Raume nach-zusuchen, was mit Zeitverlusten und mancherlei Umständen verknüpft sein kann.

In Preussen ist noch das Gesetz den Betrieb der Dampfkessel betreffend (vom 3. Mai 1872) in Kraft, dasselbe schreibt im § 1 vor:

„Die Besitzer von Dampfkesselanlagen oder die an ihrer Statt zur Leitung des Betriebes bestellten Vertreter sowie die mit der Bewartung von Dampfkesseln beauftragten Arbeiter sind verpflichtet dafür Sorge zu tragen, dass während des Betriebes die bei Genehmigung der Anlage oder allgemein vor-

geschriebenen Sicherheitsvorrichtungen bestimmungsmässig benutzt, und Kessel, die sich nicht in gefahrlosem Zustande befinden, nicht im Betriebe erhalten werden.“

§ 2 enthält dann die Strafbestimmung:

„Wer den ihm nach § 1 obliegenden Verpflichtungen zuwiderhandelt, verfällt in eine Geldstrafe bis zu 600 M. oder in eine Gefängnisstrafe bis zu drei Monaten.“

§ 3 enthält ferner die Bestimmung über die Revisionspflicht:

„Die Besitzer von Dampfkesselanlagen sind verpflichtet, eine amtliche Revision des Betriebes durch Sachverständige zu gestatten, die zur Untersuchung der Kessel benötigten Arbeitskräfte und Vorrichtungen bereit zu stellen und die Kosten der Revision zu tragen.“

„Die näheren Bestimmungen über die Ausführung dieser Vorschrift hat der Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten zu erlassen.“

Die soeben erwähnten Ausführungsbestimmungen sind erlassen im Regulativ zur Ausführung des Gesetzes vom 3. Mai 1872, den Betrieb der Dampfkessel betreffend; aus demselben interessirt am Meisten die Vorschrift, dass jeder Kessel alle zwei Jahre einer äusseren und alle sechs Jahre einer inneren Revision zu unterziehen ist, bei welcher die Ummantelung an einzelnen zu untersuchenden Stellen oder ganz zu entfernen ist.

Die äussere Untersuchung kostet 15 M., die innere 30 M., hierzu treten noch eventuell Tagegelder und Reisekosten des untersuchenden Beamten.

Wenn trotz dieser Bestimmungen eine ganze Anzahl von Dampfmaschinen in der Kleinindustrie vorhanden ist, so liegt dieses zum Theil wohl daran, dass die übrigen verschiedenen Kleinmaschinen weniger bekannt waren, während meistens schon in der Schule die Wirkungsweise der Dampfmaschine in grossen Zügen gelehrt wird und die Kraftäusserung derselben den meisten Leuten aus der Anschauung klar ist.

Hier darf nach den vorhergehenden Ausführungen wohl auf die Konstruktion der Dampfmaschinen verzichtet werden; eine Kostenberechnung und zwar eines der besseren Dampfmaschinen muss hier aber zum Vergleich mit den Kosten der übrigen Maschinen Platz finden.

## Betriebskostenberechnung für den Hoffmeister'schen Dampfmotor.

Für eine Betriebsdauer von 3000 Stunden.

Anzahl der Pferdestärken.	1	2	4	6
Preis des Motors in Mark.	1500	2000	2700	3500
1. Amortisation (Betriebsdauer 10 Jahre) . . .	M. $\frac{1500}{10} = 150,00$	M. $\frac{2000}{10} = 200,00$	M. $\frac{2700}{10} = 270,00$	M. $\frac{3500}{10} = 350,00$
2. Verzinsung 5 Proz. . . . .	$\frac{1500}{100} \cdot 5 = 75,00$ = 150,00	$\frac{2000}{100} \cdot 5 = 100,00$ = 180,00	$\frac{2700}{100} \cdot 5 = 135,00$ = 220,00	$\frac{3500}{100} \cdot 5 = 175,00$ = 270,00
3. Reparaturen .	= 150,00	= 180,00	= 220,00	= 270,00
4. Schmiermaterial, Verpackung, Ersatz einzelner Theile etc. . .	= 100,00	= 110,00	= 125,00	= 150,00
5. Kühlwasser- verbrauch einschliesslich Zusatz an Kessel- speisewasser 1 cbm = 0,15 M.	$0,22 \cdot 3000 \cdot 0,15 = 99,00$	$0,22 \cdot 2 \cdot 3000 \cdot 0,15 = 198,00$	$0,22 \cdot 4 \cdot 3000 \cdot 0,15 = 396,00$	$0,22 \cdot 6 \cdot 3000 \cdot 0,15 = 594,00$
6. Kohlenver- brauch 100 kg = 2 M.	$\frac{5 \cdot 3000 \cdot 2}{100} = 300,00$	$\frac{5 \cdot 2 \cdot 3000 \cdot 2}{100} = 600,00$	$\frac{5 \cdot 4 \cdot 3000 \cdot 2}{100} = 1200,00$	$\frac{5 \cdot 6 \cdot 3000 \cdot 2}{100} = 1800,00$
zusammen M.	874,00	1388,00	2346,00	3339,00

Somit kostet eine Pferdekraft in einer Stunde:

beim einpferdigen Motor

$$\frac{874,00}{3000 \cdot 1} = 29,1 \text{ Pf.},$$

beim zweipferdigen Motor

$$\frac{1388,00}{3000 \cdot 2} = 23,1 \text{ Pf.},$$

beim vierpferdigen Motor

$$\frac{2346,00}{3000 \cdot 4} = 19,6 \text{ Pf. und}$$

beim sechspferdigen Motor

$$\frac{3339,00}{3000 \cdot 6} = 18,6 \text{ Pf.}$$

### **Kleinmotoren für die Kraftübertragung von einer Centralen.**

Da die grosse Dampfmaschine, wie im nächsten Abschnitt noch näher nachgewiesen wird, noch im Stande ist, erheblich billigere Betriebskraft zu liefern als die bisher besprochenen Kleinmotoren, so kam man auf den ganz richtigen Gedanken, an einer Stelle durch gewaltige Dampfmaschinen Betriebskraft in grosser Menge zu erzeugen und innerhalb eines gewissen Umkreises dieselbe an die einzelnen Verbrauchsstellen abzugeben. Man nannte diese Art der Kraftversorgung die Kraftübertragung von einer Centralen. Es ist schon früher (Seite 17) hervorgehoben, dass diese Art der Kraftversorgung in nicht allzu ferner Zukunft vielleicht allgemein verbreitet sein wird; schon jetzt, nachdem sie kaum über die ersten Versuche hinausgekommen, hat sie in den Hauptverkehrs- und Industriepunkten eine gewisse Bedeutung erlangt, die noch von Tag zu Tag im Zunehmen begriffen ist.

Die Kraftübertragung auf grosse Entfernungen würde es ermöglichen, von einem oder mehreren Punkten aus, die ausserhalb einer Stadt gelegen sind, diese mit der ganzen erforderlichen Betriebskraft zu versorgen. Dadurch würden dann die vielen jetzt vorhandenen Kesselfeuerungen mit ihrem lästigen und gesundheitsschädlichen Rauch aus den Städten verbannt werden und den Einwohnern in sanitärer Beziehung ein ungeheurer Vortheil erwachsen. Auf die Bedeutung der Kraftübertragung nach dieser Richtung hin näher einzugehen, würde hier zu weit führen.

Bei der Betrachtung der Gasmotoren wurde schon hervorgehoben, dass die Verwendung derselben an ein besonderes Gaszuleitungsnetz, wenigstens soweit es sich um abhängige Motoren

handelt, gebunden ist. In der Gasanstalt wird das erforderliche Leuchtgas erzeugt und durch die Rohrleitung wird dieses den einzelnen Verbrauchsstellen zugeführt; die Gasanstalt ist somit auch eine Centrale, welche die verschiedenen von derselben mehr oder minder entfernt liegenden Motoren mit Gas versorgt, es ist aber in diesem Falle keine Kraftübertragung vorhanden, da, wie schon ausgeführt, die Kraftgewinnung erst in den einzelnen Motoren an der Verbrauchsstelle stattfindet. Die Gasanstalt hat vielmehr nur den Zweck, aus der Steinkohle Leuchtgas herzustellen, das heisst, eine vorhandene natürliche Kraftquelle so umzuwandeln, dass dieselbe in ihrer veränderten, also künstlichen Form, behufs Kraftgewinnung fortgeleitet werden kann. Man nennt diese Fortleitung das Fliessen der Kraftquelle.

Genau derselbe Vorgang findet statt, wenn von einer centralen Kesselanlage aus eine Reihe von Dampfmaschinen mit Wasserdampf versehen wird. Die Wärme der Steinkohle wird in der Centralen nur dazu benutzt, um im Kessel enthaltenes Wasser in Dampfform zu verwandeln, worauf dasselbe in dieser künstlich erzeugten Form den einzelnen Maschinen zur Kraftgewinnung zugeführt wird. Es ist dieses wieder ein Fliessen der Kraftquelle, nur unterscheidet sich dieser Fall von dem soeben angeführten insofern, als hier statt des aus der Kohle selbst gewonnenen Leuchtgases ein fremdes Verbindungsglied, nämlich das Wasser, zwischen Kraftquelle und Kraftmaschine eingeschoben ist.

Während in beiden Fällen keine Kraft in der Centralen erzeugt und somit auch nicht fortgeleitet wurde, verlangt gerade die Kraftübertragung, dass in der Centralen Kraft erzeugt und diese dann durch die Kraftleitung den Verbrauchsstellen zugeführt wird.

Die in der Centralen durch besondere Maschinen gewonnene Kraft lässt sich nicht ohne Weiteres fortleiten, dieselbe muss vielmehr hierfür erst besonders geeignet gemacht oder umgewandelt werden; die bisher bekannten Formen, in welcher die Leitung sich ermöglichen lässt, sind:

1. das gepresste Wasser,
2. die gepresste Luft und
3. die Elektrizität.

Jede derselben erfordert sowohl in der Centralen besondere Maschinen für die Umwandlung, als auch an der Verbrauchs-

stelle besondere Kraftmaschinen oder Motoren für die Kraftabgabe.

Als Umwandler dienen für das gepresste Wasser  
die Presspumpen,  
für die gepresste Luft  
die Luftcompressoren  
und für die Elektrizität  
die stromerzeugenden Dynamomaschinen.

Als Motoren dienen in gleicher Reihenfolge die Wasserdruckmotoren, Luftdruckmotoren und Elektromotoren.

Es kann demnach die in der Centralen etwa durch grosse Dampfmaschinen gewonnene Kraft z. B. durch Presspumpen, so umgewandelt werden, dass eine Fortleitung in Form von gepresstem Wasser durch ein weitverzweigtes Rohrnetz möglich ist; an der Verbrauchsstelle wird dann in einem Wasserdruckmotor die in dem gepressten Wasser aufgespeicherte Kraft wiedergewonnen und derselben die für die Ausnutzung erforderliche Krafttrichtung ertheilt. Der gleiche Vorgang findet bei der Kraftübertragung durch gepresste Luft statt, nur dass an die Stelle des Wassers die atmosphärische Luft tritt und für die Presspumpen Luftcompressoren sowie für die Wasserdruckmotoren Luftdruckmotoren verwendet werden.

Bei der Uebertragung durch Elektrizität wird die in der Centralen erzeugte Kraft durch die stromerzeugenden Dynamomaschinen in einen elektrischen Strom von hoher Spannung umgewandelt, der dann durch ein Kabelnetz den Elektromotoren an den einzelnen Verbrauchsstellen behufs Ausnutzung zugeführt wird.

Die für die Centralen selbst erforderliche Kraft kann, wie schon hervorgehoben, durch grosse Dampfmaschinen geliefert oder an den von der Natur begünstigten Stellen aus vorhandenen Wasserkraften mittelst grosser Wasserräder oder Turbinen gewonnen werden.

Für die Folge sollen an einem bestimmten Beispiel alle drei Kraftübertragungssysteme näher erläutert werden, und zwar wird es sich darum handeln, einen gewissen Theil von Berlin mit der erforderlichen Kraft speziell für die Kleinindustrie zu versorgen. Es kann für diesen Fall nur die grosse Dampfmaschine als kraft-erzeugende Maschine in Frage kommen, und soll daher nur für

diesen Fall die Rechnung für die Ermittlung der Betriebskosten durchgeführt werden, wobei zugleich erwähnt werden möge, dass die Verwendung von vorhandenen Wasserkraften erheblich geringere Betriebskosten ergibt.

Zunächst mag hier daran erinnert werden, dass in jeder Maschine ein Theil der eingeleiteten Arbeit durch Reibung, Undichtigkeit etc. verloren geht, das heisst, es kann bei keiner Maschine die ganze Menge der darin eingeleiteten Arbeit wieder nutzbar gemacht werden. Als Beispiel hierfür möge eine Dampfmaschine angenommen werden. In dem Cylinder derselben treibt die Spannkraft des Dampfes einen Kolben in einer bestimmten Richtung fort. Da die Kraft, mit welcher der Dampf auf den Kolben wirkt, in Folge der Expansion während eines Hubes nicht immer gleich gross ist, so muss zur Bestimmung der von dem Dampf geleisteten Arbeit aus den verschiedenen Spannungen während eines Hubes ein mittlerer Spannungswerth berechnet werden. Dieser mittlere Werth, in Atmosphären oder in Kilogramm auf einen Quadratcentimeter ausgedrückt, giebt, wenn man den vorhandenen, auf der anderen Seite des Kolbens wirkenden Gegendruck hiervon abzieht, mit der Kolbenfläche multipliziert, die ganze auf den Kolben wirkende treibende Kraft, da mechanische Arbeit das Produkt aus treibender Kraft und dem in der Zeiteinheit zurückgelegten Weg ist, so würde der soeben gefundene Werth, multipliziert mit dem Wege in einer Sekunde, die ganze vom Dampf geleistete Arbeit sein. Wird dieser Werth noch durch 75 getheilt, so erhält man die wirklich vom Dampf geleistete Arbeit in Pferdestärken, und zwar nennt man dieselbe indizirte Pferdestärken. (Vergl. auch die Note auf Seite 61.)

Ein Theil dieser eingeleiteten Arbeit geht in der Maschine selbst verloren, so dass nur der Rest z. B. vom Schwungrad wieder gewonnen und nutzbar gemacht werden kann, drückt man denselben wieder in Pferdestärken aus, so nennt man diese effektive Pferdestärken.

Das Verhältniss der wiedergewonnenen Arbeit oder der effektiven Pferdestärken zu der eingeleiteten Arbeit oder den indizirten Pferdestärken nennt man den Nutzeffekt oder Wirkungsgrad der Maschine. Aus dem vorhergehenden geht ohne Weiteres hervor, dass derselbe stets kleiner als Eins sein muss.

Werden nun mehrere Maschinen mit einander verbunden, so geht sowohl durch jedes Verbindungsglied als auch durch jede neue Maschine wieder an Effekt verloren. Das Produkt aus den Wirkungsgraden aller Verbindungsglieder und Maschinen giebt dann den Gesamtwirkungsgrad der Anlage. Derselbe ist von grosser Bedeutung für eine maschinelle Anlage, da er das Verhältniss angiebt zwischen dem in der Kraftmaschine aufgewendeten und dem in der Arbeitsmaschine wiedergewonnenen Geldbetrag.

Diese Ausführungen waren für das Verständniss der nachfolgenden Betrachtungen über die verschiedenen Kraftübertragungssysteme nöthig, von denen jetzt mit der Kraftübertragung durch gepresstes Wasser begonnen werden möge.

Die Idee einen Theil von Berlin und zwar denjenigen, in welchem die Kleinindustrie am verbreitetsten ist, nämlich den Süden und Südosten durch gepresstes Wasser mit Kraft zu versorgen rührt von der

### Firma C. Hoppe, Berlin

her. Im Folgenden ist daher auch deren Entwurf im Wesentlichen wiedergegeben worden.

In der Centralen, welche am Engelufer zwischen Köpnickerstrasse und Spree geplant ist, soll so viel Kraft erzeugt werden, dass an die Kleinindustriellen im Süden und Südosten insgesamt 3000 effektive Pferdestärken abgegeben werden können. Zu diesem Zweck wird in derselben durch grosse Dampfpresspumpen Spreewasser unter einen Druck von 50 Atmosphären gesetzt und durch ein in den Strassen verlegtes Rohrnetz den Wasserdruckmotoren in den Häusern der Gewerbetreibenden zugeleitet. Die Centrale und die Vertheilung des Rohrnetzes sind aus Fig. 43 (vergl. die Tafel am Schluss) ersichtlich, die Erstere ist in Ansicht und Grundriss noch besonders in den Fig. 44 u. 45 zur Darstellung gelangt.

Die grossen Presspumpen *f* sind in einem besonderen Gebäude *a* untergebracht, in dessen vier grossen Eckthürmen sich die Akkumulatoren oder Kraftsammler *h* befinden, die den Ausgleich zwischen Wasserförderung und Wasserverbrauch bei einem gleichbleibenden Druck von 50 Atmosphären in dem Rohrnetz bezwecken. In einem niedrigeren Anbau *b* sind die Dampfkessel *g*

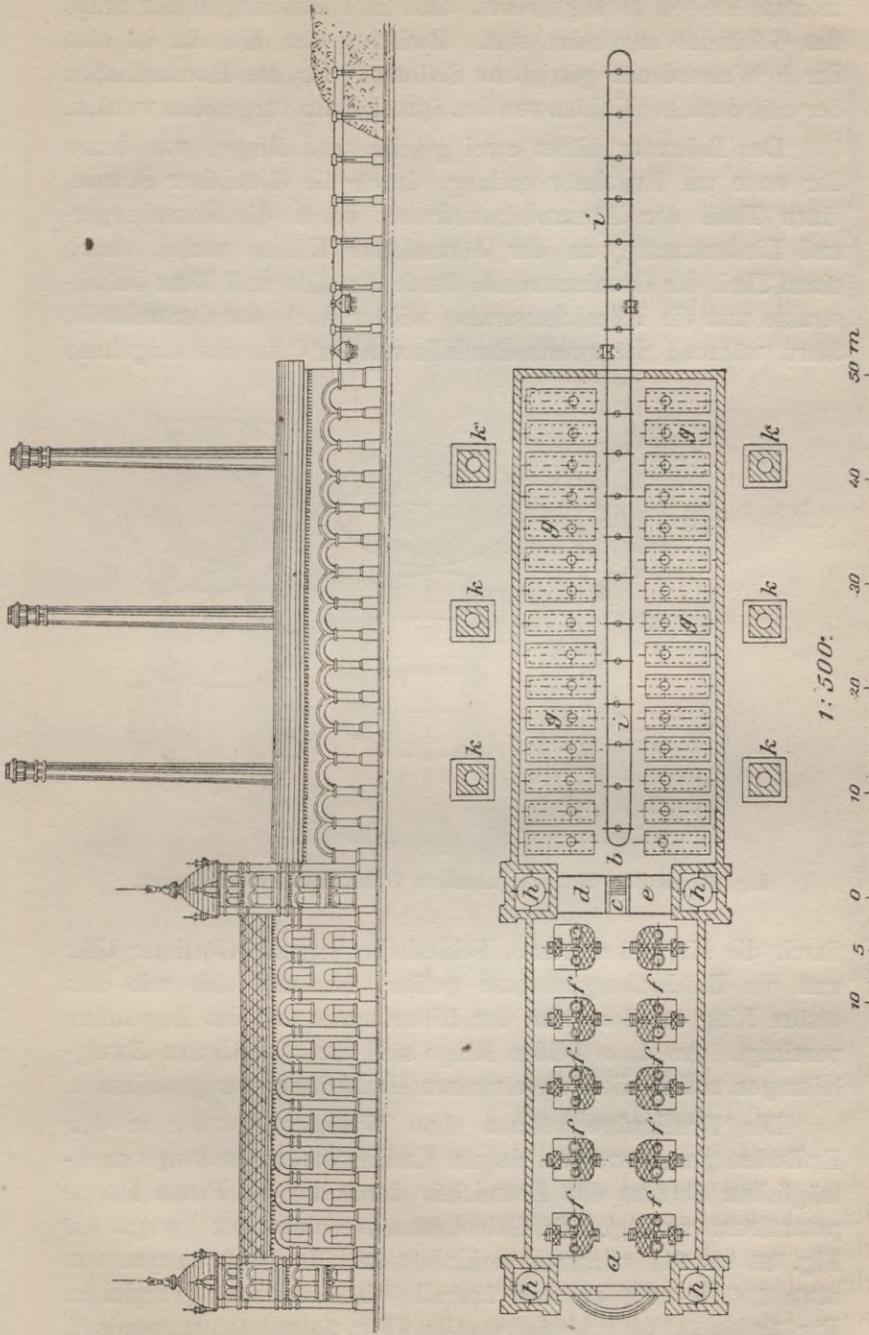


Fig. 44 und 45. Entwurf Hoppe: Ansicht und Grundriss der Centralen.

in zwei Reihen so angeordnet, dass ihre Feuerungen der Mitte des Gebäudes zugekehrt sind. Zwischen den Kesseln ist eine durch Wasserdruck getriebene Seilbahn *i* für das Heranschaffen der erforderlichen Kohlen von den Spreekähnen vorgesehen worden.

Das Rohrnetz bildet zwei geschlossene Ringe, von denen der erste am Engelufer entlang, durch die Gitschiner Strasse, einen Theil der Alexandrinenstrasse, durch die Neuenburger- und Lindenstrasse, an der Jerusalemer Kirche vorbei, durch einen Theil der Oranienstrasse, durch die Alte und Neue Jakobstrasse und die Köpnickerstrasse wieder nach der Centralstelle führt, während der zweite ebenfalls von der Centralen ausgehend

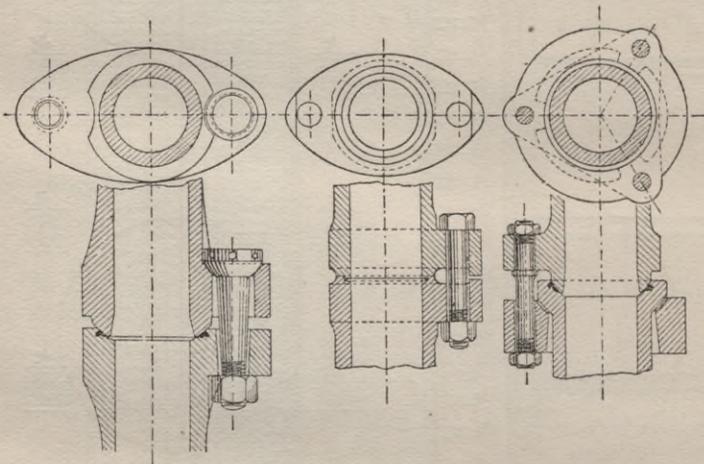


Fig. 46 bis 51. Hoppe's patentirte Gelenkflanschverbindungen.

durch die Köpnickerstrasse, Schlesische Strasse, Görlitzer Ufer und die Reichenbergerstrasse geführt ist, und sich mit dem ersten Ring an der Ecke der Ritterstrasse und des Engelufers vereinigt. An diese beiden Ringe sind die sämtlichen Zweigleitungen und an diese die einzelnen Hausleitungen angeschlossen.

Die Druckrohre können ohne Weiteres frostfrei in den Erdboden gelegt werden, da ein Undichtwerden in Folge nachträglichen Setzens des Erdreiches durch die der Firma Hoppe patentirten vorzüglichen Gelenkflanschverbindungen (vergl. die Fig. 46 bis 51) wirksam verhindert ist. In Entfernungen von etwa 100 bis 200 m sind überall Wasserschieber, (vergleiche Fig. 52 bis 54) oder Absperrventile, (Fig. 55 und 56) angeordnet,

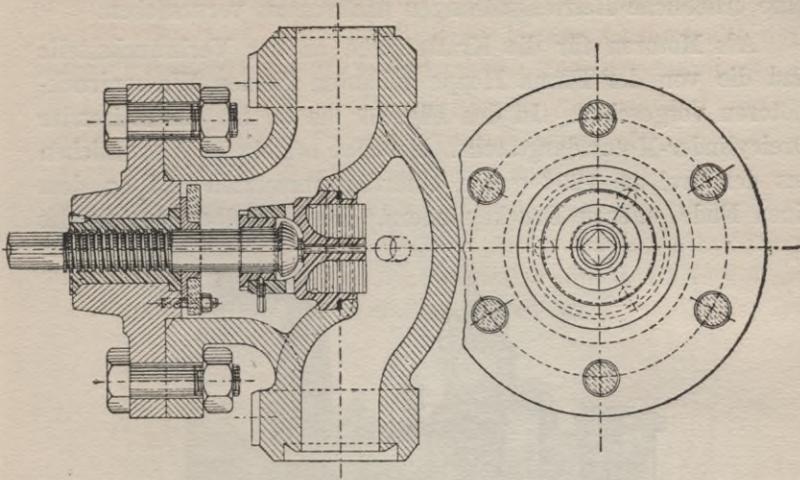


Fig. 55 und 56. Hoppe's Absperrventil.

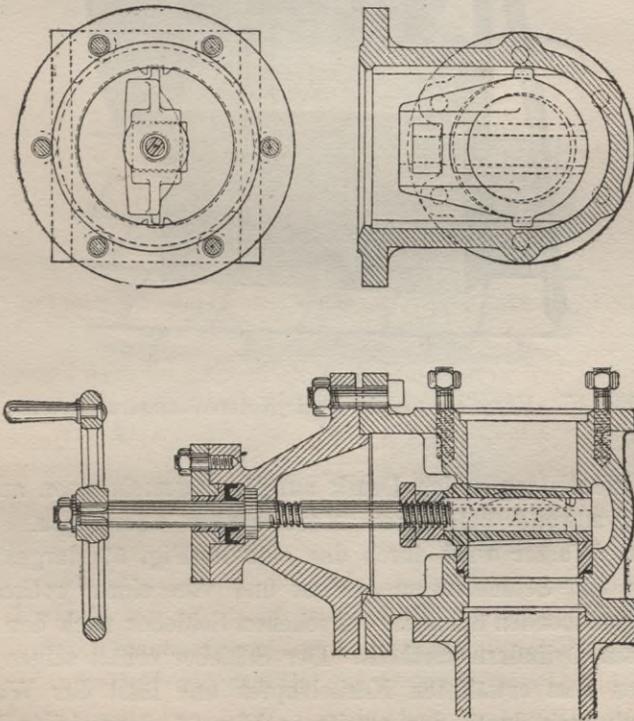


Fig. 52 bis 54. Hoppe's Wasserschieber.

so dass einzelne Rohrstrecken leicht ausgeschaltet werden können, ohne erhebliche Betriebsstörungen dadurch zu verursachen.

Als Motoren für die Kraftabgabe an der Verbrauchsstelle sind die von der Firma Hoppe gebauten kleinen Wasserdruckmotoren vorgesehen. In den Fig. 57 bis 60 ist ein rotirender Dreicylinder-Motor dargestellt. Derselbe besteht im Wesentlichen aus den drei um  $120^{\circ}$  gegen einander versetzten und an dem einen Ende offenen Druckeylindern, deren Kolben mittelst

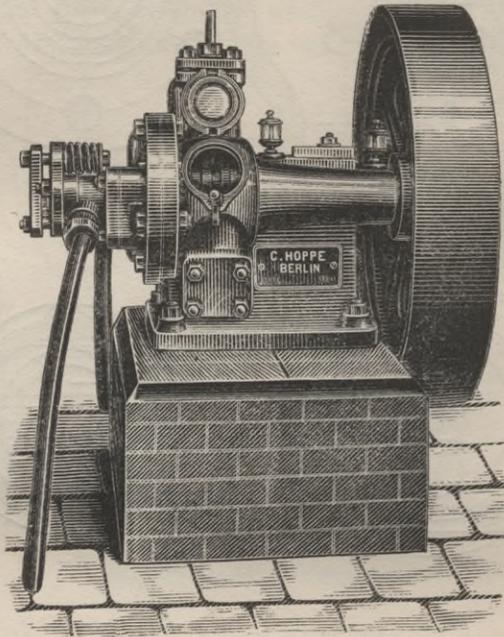


Fig. 57. Hoppe's rotirender Dreicylinder-Wasserdruckmotor.

kurzer Pleuelstangen den Druck auf einen gemeinsamen an der Schwungradwelle befestigten Kurbelzapfen übertragen. Das gepresste Wasser wird durch das eine in Fig. 57 dargestellte Rohr in den Schieberaum geleitet und von einem rotirenden mit entsprechenden Schlitz versehenen Schieber nach den verschiedenen Cylindern vertheilt. Der Schieber erhält seinen Antrieb von dem erwähnten Kurbelzapfen und lässt das Wasser nach Gebrauch durch das zweite in Fig. 57 dargestellte Rohr wieder entweichen. Statt der Dreicylinder- werden auch liegende

Zweicylinder-Motoren gebaut (vergl. Fig. 61). Die Wasserdruckmotoren sind so eingerichtet, dass der Wasserverbrauch sich

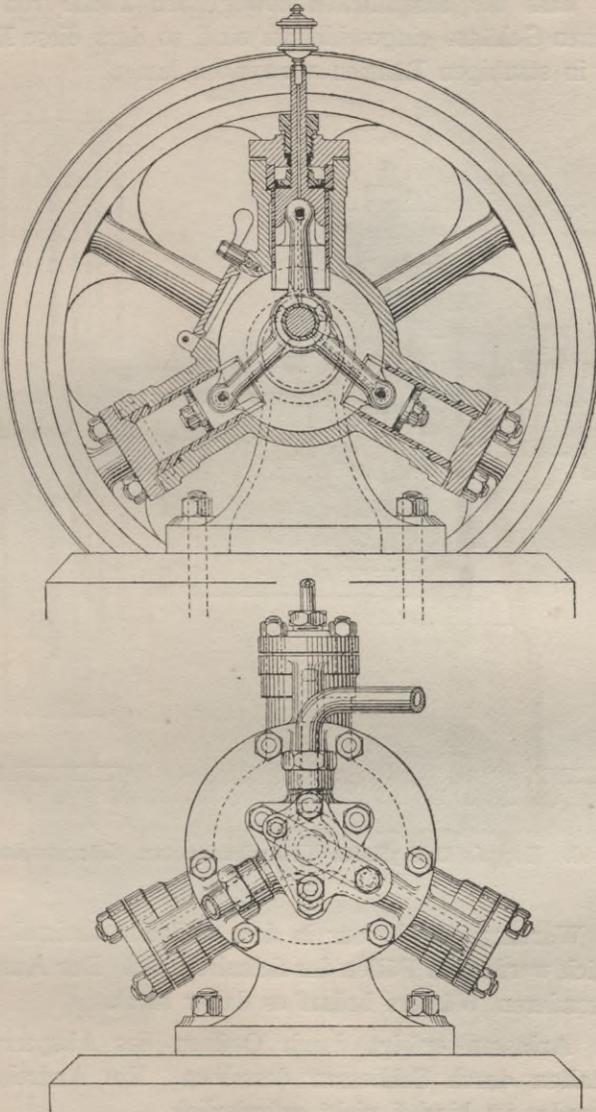


Fig. 58 und 59. Hoppe's rotirender Dreicylinder-Wasserdruckmotor. Schnitt durch die Druckcylinder und Ansicht derselben.

nach dem Kraftverbrauch regelt. Die Aufstellung kann in jedem Raume ohne besonders kostspielige Fundamente erfolgen,

da bei dem Gewicht von 250 bis 400 kg meistens eine einfache Holzunterlage als Fundament genügt. Besonders ist hervorzuheben, dass die sämtlichen beweglichen Theile von einem gusseisernen Gehäuse eingeschlossen sind, so dass diese Motoren sich gut in staubigen Räumen verwenden lassen.

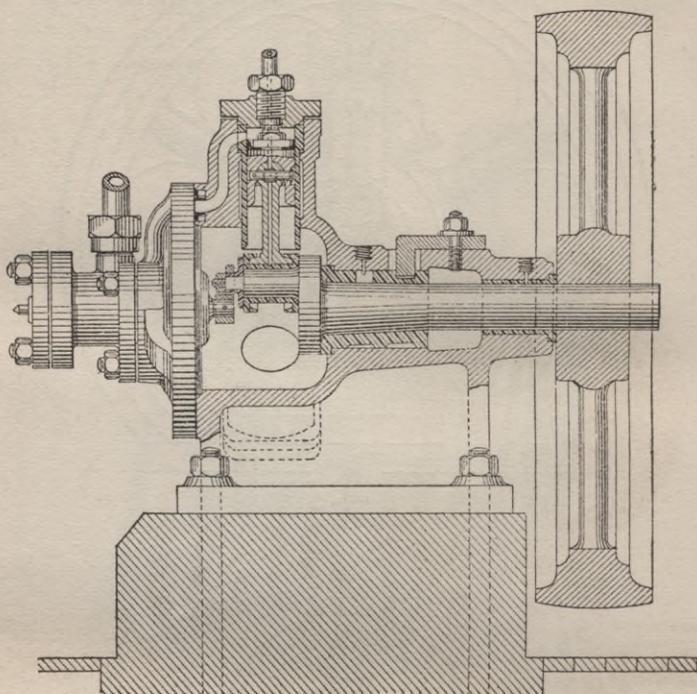


Fig. 60. Hoppe's Dreicylinder-Wasserdruckmotor. Längenschnitt.

Die Wartung besteht nur in dem vielleicht dreimal täglich erforderlich werdenden Füllen der Schmiervasen. Der Anstellung eines besonderen Wärters bedarf es daher nicht.

Das Anlassen erfolgt durch Oeffnen des Absperrventils, das Anhalten durch Schliessen desselben. Ein Andrehen des Schwungrades ist hierbei nicht erforderlich.

Sämtliche mit dem Wasser in Berührung kommende Theile sind aus solchem Material hergestellt, dass ein Rosten derselben ausgeschlossen ist.

Eine ganze Anzahl solcher Wasserdruckmotoren ist von

der genannten Firma schon ausgeführt, dieselben haben sich gut bewährt. Ein übersichtliches Verzeichniss der Preise etc. befindet sich auf den letzten Seiten dieses Buches.

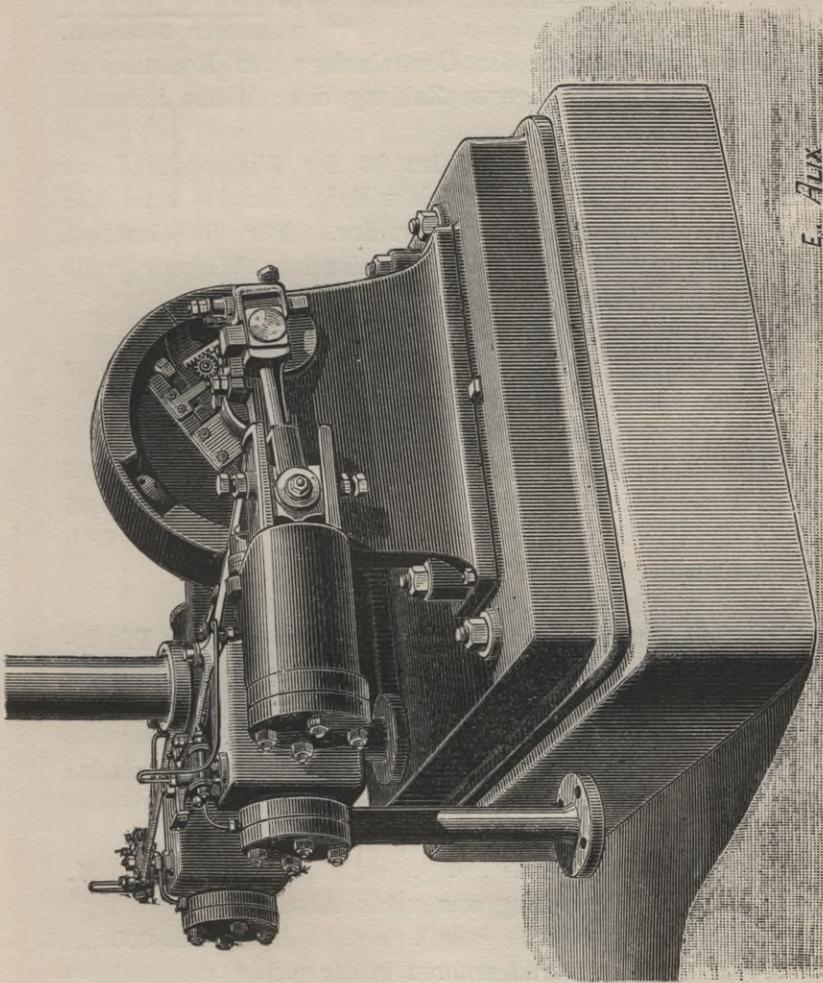


Fig. 61. Hoppe's Zweicylinder-Wasserdruckmotor.

Für die Berechnung der Anlage- und Betriebskosten der erwähnten Kraftübertragung durch gepresstes Wasser möge angenommen werden, dass die folgende Anzahl von Wasserdruckmotoren Verwendung fände und zwar:

870	Wasserdruckmotoren zu 1	Pferdestärke =	870	PS.
400	„	„ 2	„	= 800 „
250	„	„ 3	„	= 750 „
100	„	„ 4	„	= 400 „
30	„	„ 6	„	= 180 „
				<u>zusammen 3000 PS.</u>

sowie dass der Besitzer der Centralanlage den Konsumenten die Wasserdruckmotoren gegen Zahlung einer Miethe leihweise überlässt.

Für die Grösse der Centralen ist der Wirkungsgrad der gesammten Anlage ausserordentlich wichtig, derselbe muss hier daher auch zunächst festgelegt werden. Für die einzelnen Glieder der ganzen Kette sind die einzelnen Wirkungsgrade wie folgt anzunehmen:

1. für die grossen Dampfmaschinen zur Kraftgewinnung von . . . . . 0,87
2. für die Kraftumwandler oder Presspumpen mit Rücksicht darauf, dass denselben das erforderliche Wasser zufliesst, von . . . . . 0,95
3. für die Kraftleitung von . . . . . 0,85
4. für die Kraftabgeber von . . . . . 0,60

so dass sich hieraus ein Gesamtwirkungsgrad von

$$0,87 \cdot 0,95 \cdot 0,85 \cdot 0,60 = \text{rd. } 0,43$$

ergiebt. Sollen nun an die Konsumenten 3000 effektive Pferdestärken abgegeben werden können, so müssen in der Centralstelle  $\frac{3000}{0,43} = 7000$  indizierte Pferdestärken erzeugt werden.

Die Anlagekosten würden sich hiernach überschläglich ermitteln:

1. für die maschinelle Anlage nebst Kesseln, Armaturen, Rohrleitungen u. s. w. einschliesslich Gebäude . . . . . 2 400 000 M.
2. für das Vertheilungsnetz nebst Absperrschiebern u. s. w. . . . . 1 800 000 „
3. für die Wasserdruckmotoren in der vorhin angegebenen Grösse und Zahl . . . . . 1 233 500 „
4. für Grunderwerb . . . . . 1 200 000 „
5. für besondere Einrichtungen zum Kohlentransport, für Geräte, Werkzeuge u. s. w. 240 000 „
6. für Fracht, Aufstellung und Unvorhergesehenes . . . . . 500 000 „
|  | | | zusammen 7 373 500 M. |

In derselben Weise wie dies bisher geschehen, mögen auch für diesen Fall die Betriebskosten ermittelt werden, das heisst, es soll angenommen werden, die Centrale ist voll belastet und giebt täglich während 10 Stunden an die Konsumenten 3000 effektive Pferdestärken ab. Der Kohlenverbrauch der grossen Dampfmaschinen möge für jede der 7000 indizirten Pferdestärken in der Stunde 1 kg betragen und die Kosten für die Kohlen mit 2 M. für 100 kg berechnet werden, dann setzen sich die jährlichen Betriebskosten zusammen aus:

1. Amortisation und Verzinsung 10 Proz. *)	=	677 350 M.
2. Kohlenverbrauch $\frac{7000 \cdot 1 \cdot 3000 \cdot 2}{100}$	=	420 000 „
3. Schmiermaterial . . . . .	=	6 000 „
4. Reparaturen . . . . .	=	65 000 „
5. Gehälter, Abgaben, Diverses . . . . .	=	58 000 „
Zusammen . . .	=	1 226 350 M.

Hierfür werden geleistet 3000 effektive Pferdestärken in 3000 Stunden, folglich kostet eine Pferdekraft in einer Stunde:

$$\frac{1\,226\,350}{3000 \cdot 3000} = 13,6 \text{ Pfennig.}$$

Hieran mögen sich nun die Betrachtung der Kraftübertragung durch gepresste Luft und die betreffenden Kostenermittelungen schliessen.

Die Centralstation werde an derselben Stelle wie vorher angenommen; abgesehen von den Grössenabmessungen könnte die Anordnung derselben, wie in Fig. 44 und 45 angegeben, beibehalten werden, nur treten an die Stelle der Presspumpen für Wasser jetzt die Presspumpen für Luft, Kompressoren genannt, und an die Stelle der Akkumulatoren grosse Luftbehälter. Die Vertheilung des Rohrnetzes in den Strassen möge ebenfalls bleiben. In der Centralen werden jetzt durch grosse Dampfmaschinen Luftkompressoren bewegt, welche atmosphärische Luft ansaugen, komprimiren und in grosse Luftbehälter drücken. Aus diesen wird die gepresste Luft in das Rohrnetz geleitet. In Paris hat diese Kraftübertragung nach dem System Popp ausgedehnte Verwendung gefunden. Die Leitungsrohre konnten hier in einem

---

\*) Der Grund- und Bodenwerth ist bei der Amortisation abgezogen.

vorhandenen unterirdischen, gemauerten Abzugskanal leicht so verlegt werden, dass sie in ihrer ganzen Länge sichtbar und von allen Seiten leicht zugänglich sind. Aus der Rohrleitung wird die Luft den einzelnen Luftmotoren, welche mit Ausnahme der ganz kleinen genau wie die Dampfmaschinen konstruirt sind, der Verbrauchsstelle zugeführt.

Wenn die Luft in dem Kompressor zusammengedrückt wird, findet eine erhebliche Wärmeentwicklung statt, diese Wärme wird der Luft zum Theil durch Einspritzen von kaltem Wasser in den Kompressor entzogen, zum Theil giebt sie dieselbe in den Reservoirs und Leitungen allmählich an die äussere Umgebung wieder ab, so dass die Luft stets nur mit der gewöhnlichen Temperatur in den Luftmotor eintritt. Würde in demselben die Luft mit Ausdehnung arbeiten, so muss in demselben Masse, wie bei der Kompression Wärmebildung auftrat, jetzt Kälte erzeugt werden, und zwar tritt, wenn Luft von 4 Atmosphären ganz expandirt, beispielsweise eine Kältebildung von 70 Grad auf. Da nun atmosphärische Luft stets mit Wasserdampf gemischt ist und das Einspritzwasser selbst durch Wasserabscheider in der Rohrleitung nicht ganz entfernt werden kann, so zeigt sich an dem Auspuffrohr und in der Maschine selbst eine starke Eiskbildung, die leicht den Stillstand des Betriebes herbeiführen kann. Man sucht bei der Kraftversorgung durch Druckluft diesen Uebelstand dadurch zu beseitigen, dass man die gepresste Luft vor ihrem Eintritt in den Luftmotor erst auf etwa 170 Grad erwärmt, dann entströmt dieselbe dem Auspuffrohr der Maschine etwa mit der gewöhnlichen Temperatur. Ein solcher Vorwärmer ist in Fig. 62 u. 63\*) dargestellt; in der Mitte desselben befindet sich über einem Planrost der Raum für die Feuerung, die Luft tritt in der Pfeilrichtung durch das oben angebrachte Rohr in den Ofen ein, steigt in dem senkrechten Heizkanal abwärts, tritt in den folgenden Kanal ein, steigt in diesem wieder aufwärts u. s. w., bis sie den ganzen Feuerungsraum in dieser Weise umlaufen hat, dann wird sie durch das neben dem Eintrittsrohr befindliche Austrittsrohr nach dem Motor geleitet. Es liegt auf der Hand, dass ein solcher Ofen genau wie jeder Stubenofen an

---

\*) Diese Figuren sind der „Elektrotechnischen Zeitschrift“ 1890, Heft 1 (Verlag von Springer in Berlin und Oldenbourg in München) entnommen. Sie sind auch enthalten in Riedler, Kraftversorgung von Paris durch Druckluft (Gaertner's Verlag).

ein Rauchrohr angeschlossen werden muss. Bei der Betriebskostenberechnung dürfen selbstredend die Kosten für die Vorwärmung der Luft nicht ausser Acht gelassen werden.

Da eine Verlegung des Rohrnetzes in Berlin in einen grossen Abzugskanal nicht angängig ist, so soll für die Ermittlung der Anlagekosten angenommen werden, dass das Rohrnetz wie bei der Kraftversorgung durch Druckwasser einfach in die Erde ge-

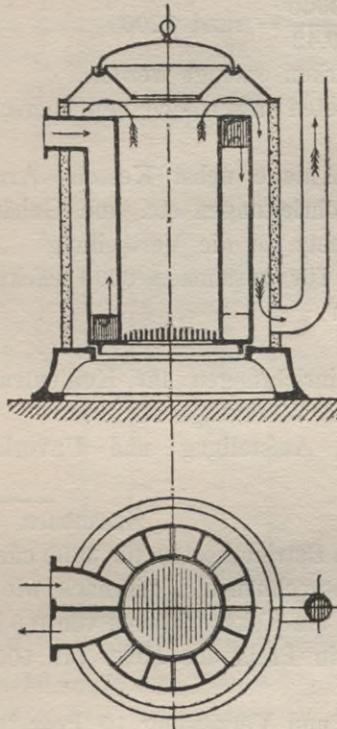


Fig. 62 u. 63. Vorwärmofen für die Kraftübertragung durch Pressluft.

legt wird, wobei allerdings noch hervorgehoben werden muss, dass etwa auftretende Undichtigkeiten durch nachträgliches Setzen des Erdreiches schwer aufzufinden und ebenso schwer zu beseitigen sind sowie auch, dass die Entfernung des Abscheidewassers sich nicht so leicht wie bei einem völlig zugängigen Leitungsrohr wird bewerkstelligen lassen.

Für die Bestimmung der Grösse der Centralen muss zunächst wieder der Gesamtwirkungsgrad ermittelt werden. Derselbe ergibt sich aus den Wirkungsgraden:

1. für die Kraftmaschinen . . . . . 0,87
  2. für die Kraftumwandler oder Kompressoren . . 0,80
  3. für die Kraftleitung . . . . . 0,80
  4. für die Luftmotoren . . . . . 0,75
- und beträgt daher  $0,87 \cdot 0,80 \cdot 0,80 \cdot 0,75 = 0,42$ . Es müssten somit bei 3000 an die Konsumenten abzugebenden effektiven Pferdestärken in der Centralen

$$\frac{3000}{0,42} = \text{rund } 7200$$

indizierte Pferdestärken erzeugt werden.

Die Anlagekosten lassen sich nun überschläglich wie folgt ermitteln:

1. Maschinelle Anlage nebst Kesseln, Armaturen mit Rohrleitungen etc. und Gebäude	2 755 000 M.
2. Rohrleitungsnetz für die Vertheilung . .	950 000 „
3. Luftmotoren für zusammen 3000 effektive Pferdestärken . . . . .	1 644 000 „
4. Grunderwerb . . . . .	1 235 000 „
5. Besondere Einrichtungen für Kohlentransport, Geräte, Werkzeuge etc. . . . .	240 000 „
6. Für Fracht, Aufstellung und Unvorhergesehenes . . . . .	500 000 „
<u>Zusammen . . . . .</u>	
	7 324 000 M.

Die jährlichen Betriebskosten für 3000 effektive Pferdekräfte in 3000 Stunden berechnen sich hiernach wie folgt, wenn noch für die Wärmeöfen ein Koksverbrauch von 0,3 kg für die Pferdekraftstunde und ein Preis des Koks für 100 kg von 1,25 M. angenommen wird.

1. Amortisation und Verzinsung 10 Proz. *) . . . . .	670 650 M.
2. Kohlenverbrauch für die Dampfkessel	
$\frac{7200 \cdot 3000 \cdot 1 \cdot 2}{100}$ . . . . .	432 000 „
3. Koks für die Wärmeöfen $\frac{3000 \cdot 3000 \cdot 0,3 \cdot 1,25}{100}$	33 750 „
4. Schmiermaterial . . . . .	6 000 „
5. Reparaturen . . . . .	65 000 „
6. Gehälter, Abgaben etc. . . . .	58 000 „
<u>Zusammen . . . . .</u>	
	1 265 400 M.

\*) Nach Abzug der Kosten für den Grunderwerb.

Somit würde wieder eine Pferdekraft in einer Stunde

$$\frac{1\ 265\ 400}{3000 \cdot 3000} = 14,1 \text{ Pfennige}$$

kosten.

Bei der Kraftübertragung von einer Centralen durch Elektrizität wird in der Centralen die gewonnene Kraft durch Dynamomaschinen in einen elektrischen Strom umgewandelt und dieser nicht wie bei den vorher besprochenen Kraftübertragungssystemen durch ein Rohrnetz, sondern durch ein Leitungsnetz, meistens ein Kabelnetz, den einzelnen Verbrauchsstellen zugeführt, an welchen der elektrische Strom durch Elektromotoren wieder in motorische Kraft umgesetzt wird.

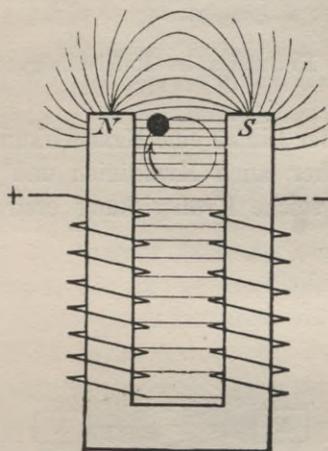


Fig. 64. Hufeisenförmiger Magnet.

Da dem Nichtelektriker beim Betrachten der verschiedenen elektrischen Maschinen die Wirkungsweise derselben meistens völlig unerklärlich ist und er daher nur mit einer gewissen Scheu an dieselben herantritt, geschweige denn mit ihnen operirt, so möge hier ihre Wirkungsweise, soweit sie in den Rahmen dieser Abhandlung hineinpasst, kurz erörtert werden.

Es darf als bekannt vorausgesetzt werden, dass an einem magnetischen Stab, wenn er in Eisenfeilspähne getaucht wird, diese namentlich an den Enden, den Polen, haften bleiben; wird ein solcher Magnet frei beweglich horizontal aufgehängt, so zeigt der eine Pol stets nach Norden, derselbe wird daher der Nordpol genannt, der andere nach Süden und heisst Südpol. Giebt man dem Magneten die Form eines Hufeisens (Fig. 64), legt über

die beiden Pole *N* (Nordpol) und *S* (Südpol) eine Glasplatte, auf welcher sich feine Eisenfeilspähne befinden, und klopft ein wenig an dieselbe, so ordnen sich diese Spähne in bestimmten gebogenen Linien, wie in Fig. 65\*) dargestellt. Es muss somit

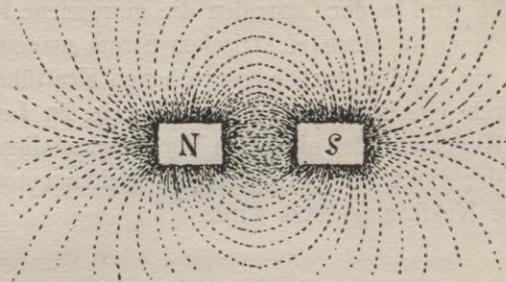


Fig. 65. Magnetische Kraftlinien des Hufeisenmagneten (verschiedenpolig).

in der Richtung dieser Linien eine Kraftwirkung stattfinden, man nennt dieselben daher auch Kraftlinien und den Raum, über welchen sich eine solche Kraftwirkung erstreckt, das magnetische Feld.

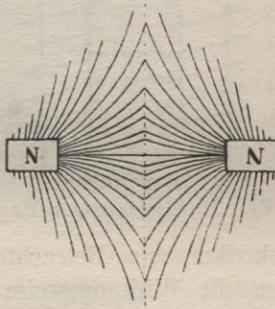


Fig. 66. Magnetische Kraftlinien des Hufeisenmagneten (gleichpolig).

Sind nicht wie im vorliegenden Falle zwei verschiedene Pole, sondern zwei gleichnamige z. B. zwei Nordpole vorhanden, so vereinigen sich die Kraftlinien nicht, sondern stoßen sich gegenseitig ab, wie dies Fig. 66 zeigt.

Während einzelne Körper den ihnen mitgetheilten Magnetismus sehr leicht wieder verlieren, wie dieses beim weichen Eisen der

---

\*) Fig. 65 und 66 sind aus „Weiler, Die Dynamomaschine Magdeburg-Faber“ entnommen.

Fall ist, behalten andere wie der Stahl denselben permanent und werden daher permanente Magnete genannt. Die Kraft der letzteren ist aber zu schwach, um in der Technik praktisch für motorische Zwecke verwerthet werden zu können; man musste stärkere Magnete haben, und dazu gab der elektrische Strom die Mittel.

Wenn nämlich ein elektrischer Strom spiralförmig um einen unmagnetischen Stab weichen Eisens herumgeleitet wird, so wird dieser Stab magnetisch, und man erhält einen Elektromagneten. Je nachdem der Strom in der einen (positiven  $+$ ) oder in der anderen (negativen  $-$ ) Richtung den Stab umkreist, entsteht einen Nord- oder Südpol, und zwar gilt hierfür die Ampère'sche Regel, welche sagt, dass, wenn man sich in der Richtung des positiven Stromes schwimmend denkt und dem Magneten das Gesicht hierbei zukehrt, so liegt zur linken Hand stets ein Nordpol, kehrt man die Richtung des Stromes um, so wird dadurch selbstredend auch der Magnetismus umgekehrt.

Wird nun ein elektrischer Strom in einer Spirallinie um einen hufeisenförmig gebogenen Eisenstab geschickt, so wird bei gleicher Windung der Spirale nach der obigen Regel der eine Schenkel ein Nordpol, der andere ein Südpol; zwischen beiden treten die vorhin erwähnten Kraftlinien auf und ist daher auch ein magnetisches Feld vorhanden (vergl. Fig. 64). Die Stärke desselben ist innerhalb gewisser Grenzen um so grösser, je mehr Windungen um die Schenkel gewickelt sind und je grösser die Stromstärke in der Spirale ist.

Gerade so gut wie man im Stande ist durch einen elektrischen Strom Magnetismus zu erzeugen, kann man auch umgekehrt durch Magnetismus einen elektrischen Strom erzeugen. Bringt man einen gut leitenden Draht, also einen Kupferdraht in ein magnetisches Feld, so dass derselbe senkrecht zur Richtung der Kraftlinien steht, und bewegt denselben parallel zu dieser Richtung weiter, so entsteht jedesmal ein Stromimpuls, wenn der Draht eine Kraftlinie schneidet. Würde dieser Draht einem geschlossenen Leitungskreise angehören, so würde jedesmal, wenn eine Kraftlinie geschnitten wird, durch denselben ein kurzer elektrischer Strom gehen. Je mehr solcher Kraftlinien in der Zeiteinheit z. B. einer Stunde geschnitten werden, um so häufiger werden die Stromimpulse aufeinander folgen und um so stärker wird daher der Strom sein.

Sorgt man nun dafür, dass nicht nur ein Leiter, sondern mehrere unmittelbar auf einander folgende Leiter die Kraftlinien schneiden (was durch Drehung am leichtesten zu bewirken ist), so hat man es durch richtige Wahl der Anzahl dieser Leiter in der Hand, einen beliebig starken Strom zu erzeugen, und durch richtige Wahl der Länge derselben kann man dem Strom jede beliebige Spannung geben.

Der so gewonnene elektrische Strom fließt in der einen Richtung durch den Leitungskreis, wenn sich der Stab am Nordpol, in der anderen Richtung, wenn sich derselbe am Südpol vorbei bewegt. Würde daher ein guter Leiter in der Pfeilrichtung der Fig. 64 durch das magnetische Feld gedreht werden, so wechselt nach jeder halben Umdrehung die Stromrichtung, es würden daher auf diese Weise wechselnde Ströme oder Wechselströme erzeugt.

Der Stromwechsel tritt in der Senkrechten zur kürzesten Verbindungslinie zwischen Nord- und Südpol ein. (Indifferenzzone.) Die Maschinen, welche einen solchen Strom liefern, heißen Wechselstrommaschinen.

In der Praxis ist aber häufig daran gelegen, einen elektrischen Strom von stets gleicher Richtung zu haben, es muss daher die Richtung des Stromes während einer halben Umdrehung des Leiters umgekehrt werden, was durch einen Kommutator oder Stromwender geschieht. Die Maschinen, welche einen stets gleich gerichteten Strom geben, heißen Gleichstrommaschinen.

Sollen nun starke elektrische Ströme erzeugt werden, so ist hierzu eine besondere Maschine, eine sogenannte stromerzeugende Dynamomaschine, erforderlich. Dieselbe muss nach dem soeben Gesagten folgende Theile haben:

1. einen starken Magneten zur Erzeugung der Kraftlinien und eines starken magnetischen Feldes, es ist dies das Magnetgestell,
2. eine Anzahl guter Leiter, welche durch das magnetische Feld gedreht werden, Anker genannt,
3. einen Kommutator oder Stromwender für gleichgerichtete Ströme und ferner (aber nicht zur Maschine gehörig) für den Strom noch einen äusseren Leitungskreis.

In Fig. 67 ist eine solche Dynamomaschine nach dem System der  
**Deutschen Elektrizitätswerke zu Aachen**  
 (General-Vertreter Erfurth und Sinell, Berlin SW.,  
 Neuenburgerstrasse 7)

im Schnitt dargestellt. Das Stück  $BN B'S$  ist das gusseiserne  
 Magnetgestell mit den beiden in demselben angeordneten Magnet-

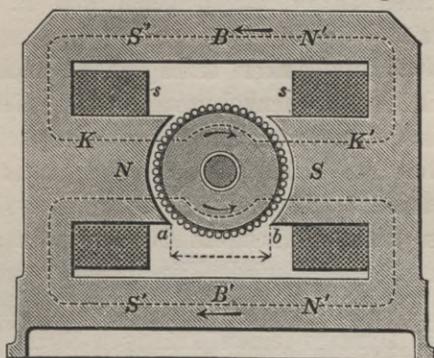


Fig. 67. Schnitt durch die Dynamomaschine der Deutschen Elektrizitätswerke  
 zu Aachen.

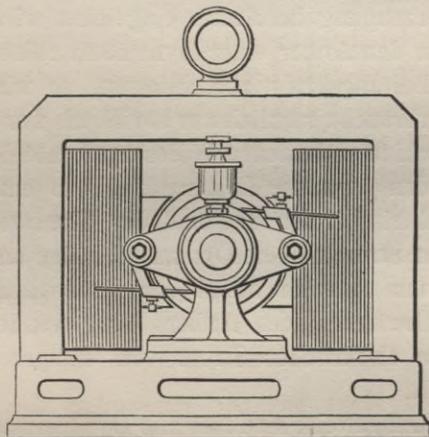


Fig. 68. Ansicht der Dynamomaschine der Deutschen Elektrizitätswerke  
 zu Aachen.

schenkeln, von denen  $N$  ein Nordpol,  $S$  ein Südpol ist, sowie den  
 beiden Brücken  $B$  und  $B'$ . Um die Schenkel sind Spiralen  $ss$   
 gewunden, welche den erforderlichen Magnetismus erzeugen (vergl.  
 auch Fig. 68), sobald durch dieselben ein elektrischer Strom ge-  
 schickt wird. Zwischen den Magnetschenkeln befindet sich der  
 in zwei Lagern (eins derselben ist aus Fig. 68 ersichtlich) drehbar

angeordnete Anker, welcher aus einer Welle besteht, auf welcher quer zur Längsaxe eine Anzahl isolirter, mit Nuten versehener Blechscheiben angebracht sind. In die Nuten sind die isolirten Leiter gelegt, welche die Kraftlinien schneiden und die Stromimpulse empfangen, die Enden dieser Leiter führen zu dem Kommutator, von welchem der Strom durch Schleifbürsten (Fig. 69 neben dem linken Lager) abgenommen und in den äusseren Stromkreis geleitet wird.

Ein Theil des im Anker erzeugten Stromes wird in die Spiralen um die Magnetschenkel geschickt, um hier den erforderlichen Magnetismus zu erzeugen. In den Magnetschenkeln des gusseisernen Gestelles befindet sich immer etwas Magnetismus, sogenannter remanenter Magnetismus, welcher soviel Kraftlinien hervorruft, dass beim Drehen ein Strom, wenn auch nur ein schwacher, hervorgerufen wird. Dieser hebt dann, in die Spiralen tretend, die Stärke des magnetischen Feldes, so dass in kurzer Zeit die Dynamo einen kräftigen Strom liefern kann. Der remanente Magnetismus ist daher von der grössten Wichtigkeit für das Anlassen einer Dynamomaschine, weil nur durch ihn die Stromerzeugung im Anker eingeleitet wird.

Wenn man den Anker einer Dynamomaschine bewegt, ohne den äusseren Leitungskreis zu schliessen, so wird hierzu nur wenig Kraft verbraucht, nämlich nur soviel, als zur Ueberwindung der in der Maschine enthaltenen Widerstände nöthig ist; schliesst man dagegen den äusseren Leitungskreis, so entsteht in demselben ein elektrischer Strom, und der Kraftverbrauch steigt sofort. Je mehr Strom nun die Dynamomaschine an den Leitungskreis abgibt, um so mehr steigt der Kraftverbrauch, so dass also die zur Bewegung des Ankers aufgewendete motorische Kraft in einen elektrischen Strom von entsprechender Stärke umgewandelt ist.

In der Wirkungsweise sind fast alle Dynamomaschinen gleich, sie weichen nur hinsichtlich der Anordnung des Magnetgestells, der Konstruktion des Ankers sowie einzelner Details von einander ab, daher ist auch der Effekt, das heisst das Verhältniss der an den Klemmen der Schleifbürsten in dem elektrischen Strom wiedergewonnenen zu der zur Drehung des Ankers aufgewendeten Arbeit ein verschiedener.

Schon früher bei Gelegenheit der Besprechung der Kraftübertragung durch gepresstes Wasser wurde erwähnt, dass die

Presspumpen das Wasser unter einen Druck von 50 Atmosphären setzen, so dass das Wasser in der Rohrleitung eine Spannung

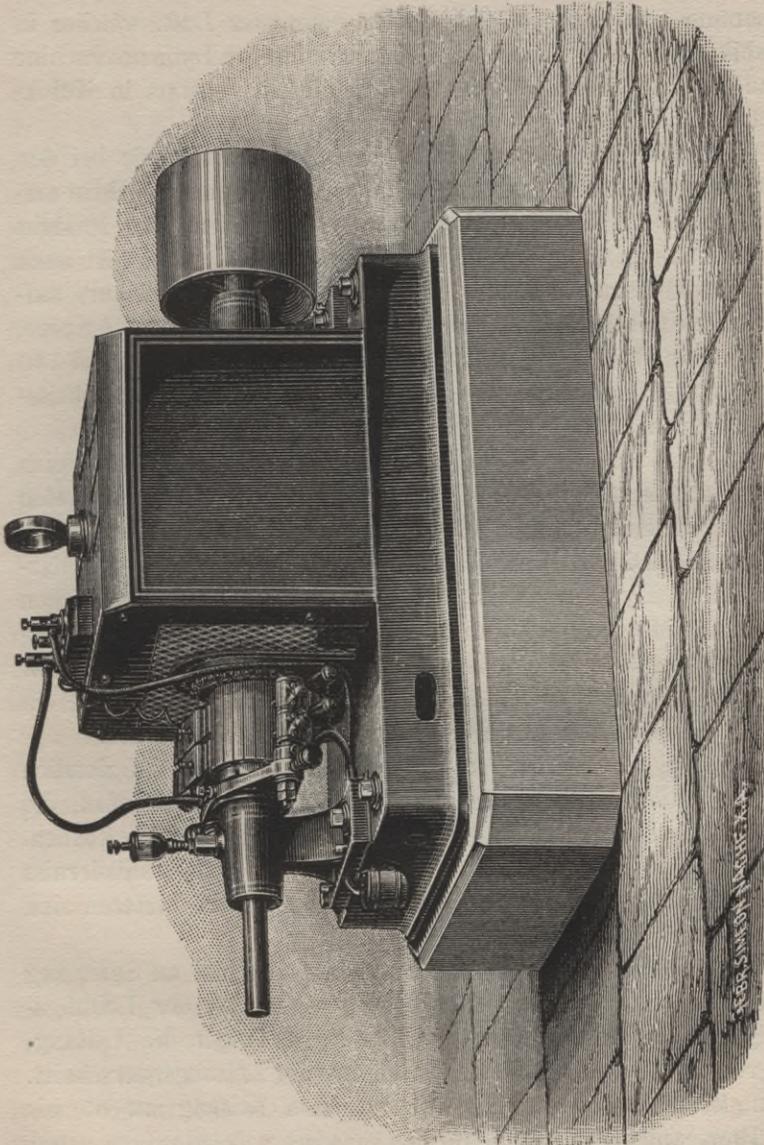


Fig. 69. Dynamomaschine der Deutschen Elektrizitätswerke zu Aachen.

von 50 Atmosphären hat. Die Kompressoren gaben der atmosphärischen Luft einen Druck von 8 Atmosphären. In gleicher Weise erzeugt die Dynamomaschine einen Strom, der ebenfalls

eine gewisse Spannung hat, man drückt dieselbe allerdings nicht in Atmosphären, sondern in Volt aus. Die Presspumpen und Kompressoren liefern aber auch in der Zeiteinheit ein gewisses Quantum gepressten Wassers oder gepresster Luft, welches in Kubikmetern ausgedrückt wird, ebenso liefert die Dynamomaschine eine gewisse Stromstärke, nur wird dieselbe anstatt in Kubikmetern in Ampère gemessen.

Der Vergleich lässt sich noch weiter führen; wie bei den Presspumpen und Kompressoren die von der Dampfmaschine angewendete Arbeit (abgesehen von Widerständen) ein Produkt aus Spannung und Wasser-, bzw. Luftquantum ist, so ist auch bei den Dynamomaschinen die zur Bewegung des Ankers angewendete mechanische Arbeit ein Produkt aus Volt und Ampère, wofür man das Wort „Watt“ eingeführt hat, und zwar sind 736 Watt = 1 Pferdestärke, das heisst, sie entsprechen einer Arbeitsleistung von 75 mkg in einer Sekunde.

Es ist aus Fig. 64 ersichtlich, dass nicht alle Kraftlinien eines magnetischen Feldes durch den Anker hindurch treten können, vielmehr geht ein Theil derselben für die Stromerzeugung verloren. Dieser Verlust ist an der in Fig. 67—69 dargestellten Dynamomaschine in Folge der eigenthümlichen Form des Magnetgestells und seiner Herstellung aus einem Gussstück sowie der vorzüglichen Konstruktion des Ankers ein sehr geringer. Der Nutzeffekt dieser Maschinen ist daher auch ein hoher, derselbe beträgt je nach der Grösse 85—96 Proz.

Der in der Dynamo erzeugte Strom kann nun auf ziemlich grosse Entfernungen durch Leitungen fortgeschickt werden, die sowohl ober- als auch unterirdisch angelegt werden können. Die ersteren sind billig, können aber als Verkehrshinderniss auftreten und mancherlei Gefahren bringen, die letzteren sind besser, aber auch theurer.

In jeder Leitung wird ein bestimmter Verlust an Spannung auftreten, und zwar ist derselbe, abgesehen von der Leitungsfähigkeit des Materials, um so grösser, je länger die Leitung, je grösser die Stromstärke und je kleiner der Leitungsquerschnitt. Man kann den Nutzeffekt einer grossen Leitung zu 85 bis 90 Proz. annehmen.

Durch das Leitungsnetz wird der elektrische Strom den einzelnen Verbrauchsstellen zugeführt, an denen wieder Dynamomaschinen vorhanden sind, welche die in dem Strom fortgeleitete

Arbeit wieder in motorische Kraft zurückverwandeln sollen. Diese Maschinen werden Elektromotoren genannt und sind ähnlich wie die Dynamomaschinen konstruirt, nur dass bei ihnen nicht in den Leitungsdrähten des Ankers ein Strom erzeugt wird (strom-

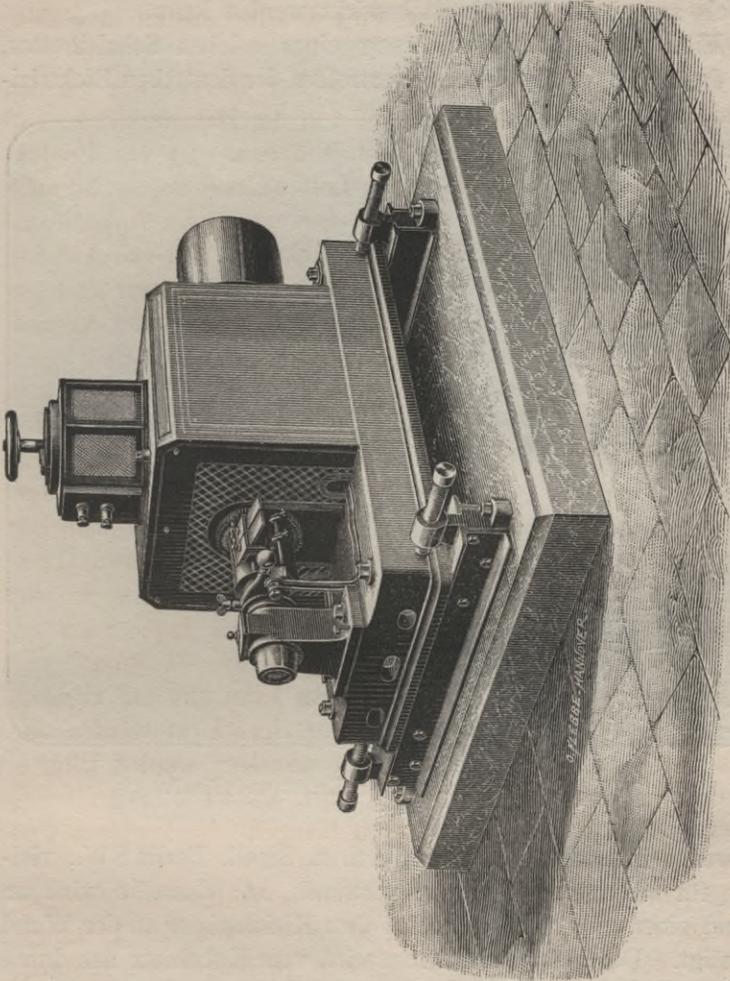


Fig. 70. Elektromotor der Deutschen Elektrizitätswerke zu Aachen.

erzeugende Dynamo), sondern dass in die Drähte des Ankers ein Strom geleitet wird, welcher die Drehung desselben hervorbringt.

In Fig. 70 ist ein Elektromotor der Deutschen Elektrizitätswerke in Aachen dargestellt, der sich durch hohen Nutzeffekt und Zweckmässigkeit auszeichnet.

Der Elektromotor unterscheidet sich vortheilhaft vor anderen Kleinmotoren dadurch, dass er von selbst, das heisst ohne Andrehen anläuft, dass sich seine Umdrehungszahl äusserst gleichmässig hält und seine In- und Ausserbetriebsetzung in einer ausserordentlich einfachen Weise nur durch Bewegung eines Hebels auf einem Schaltbrett bewirkt werden kann.

Fig. 71 zeigt die Einrichtung eines solchen Schaltbrettes, wie dasselbe von den General-Vertretern der deutschen Elektrizitäts-

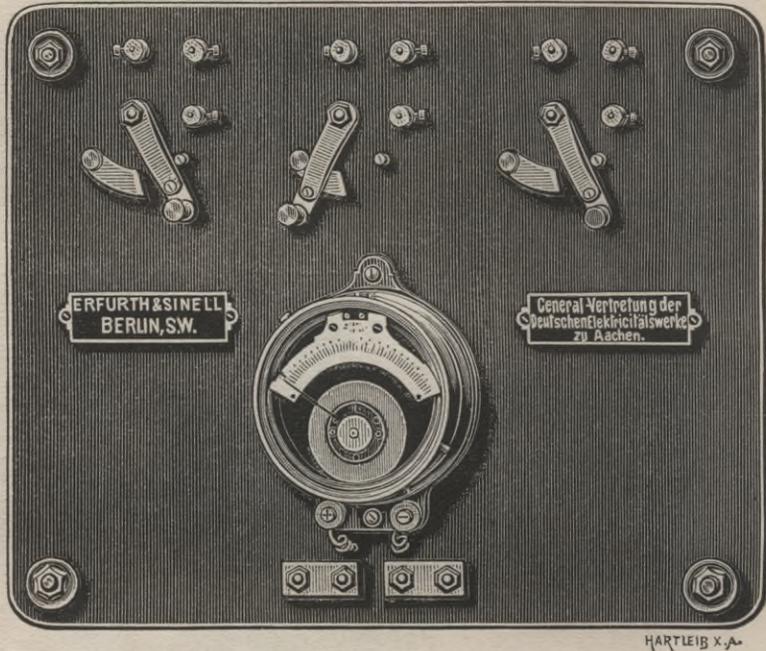


Fig. 71. Schaltbrett von Erfurt und Sinell.

tätswerke in Aachen, Herrn Erfurth u. Sinell, Berlin SW., vielfach für elektrische Anlagen verwandt ist; dasselbe wird an irgend einer passenden Stelle bei dem Kleinmeister an der Wand befestigt. Der elektrische Strom wird vom Kabelnetz aus durch die beiden unten auf dem Brett in der Mitte dargestellten Klemmen eingeleitet, seine Stärke dann durch ein Ampèremeter (der runde Apparat über den Klemmen) gemessen und den auf der Rückseite des Brettes befindlichen (in der Fig. nicht dargestellten) Vertheilungsschienen zugeführt, welche mit den oben auf dem Brett befindlichen drei Hebeln, von denen etwa zwei für zwei Elektro-

motoren und der dritte für Beleuchtungszwecke dienen könnte, in Verbindung stehen. An den beiden über jedem Hebel befindlichen Klemmen werden die isolirten Leitungsdrähte zu den Elektromotoren oder den elektrischen Lampen befestigt. Soll ein Elektromotor oder die Beleuchtung in Betrieb genommen

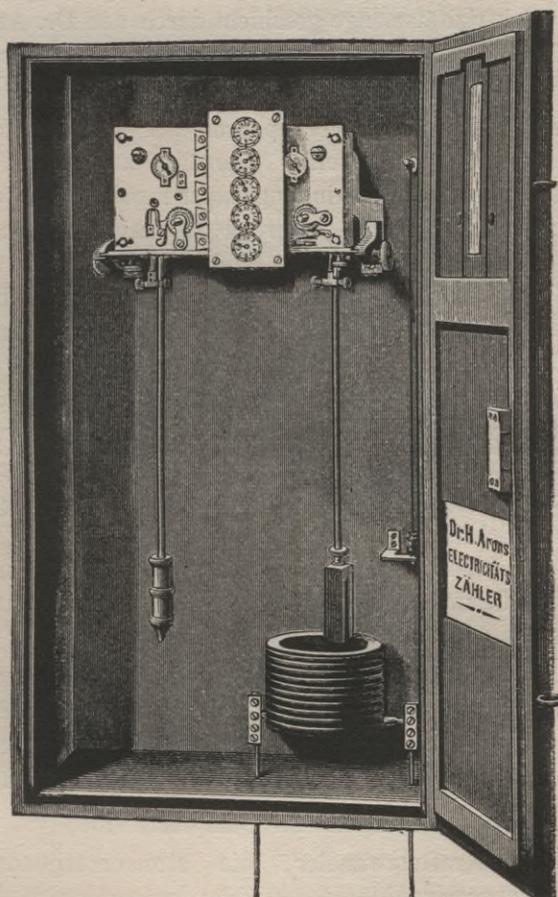


Fig. 72. Dr. Aron'scher Elektrizitätszähler.

werden, so wird nur der entsprechende Hebel von rechts nach links geschoben, wie dieses bei dem mittleren Hebel dargestellt ist. Die Ausserbetriebsetzung erfolgt durch die Bewegung des Hebels nach der entgegengesetzten Seite hin.

In Fällen, wo es nicht darauf ankommt, die Stromstärke in jedem Augenblick ablesen zu können, wie es namentlich bei dem

Kleinmeister der Fall sein wird, kann das Ampèremeter noch fortfallen.

Da der Stromverbrauch sich genau nach dem Kraftverbrauch regelt, so kann der Kleinmeister auch nur soviel Strom bezahlen, als er Kraft oder Licht verbraucht. Die Messung der verbrauchten Elektrizitätsmenge geschieht durch den Dr. Aron'schen Elektrizitätszähler in ähnlicher Weise wie der Verbrauch an Gas durch den Gasmesser.

In Fig. 72 ist ein solcher Apparat, der in die Zweigleitung eingeschaltet wird, dargestellt. Derselbe zeigt zwei Pendel, welche auf eine gleiche Schwingungsdauer regulirt sind; das linke ist ein gewöhnliches Pendel, während das rechte am Ende einen schweren Stahlmagneten trägt. Beide werden durch ein Uhrwerk im Gang erhalten und wirken auf ein gemeinschaftliches Zählwerk so, dass dieses die Differenz der Schwingungen anzeigt. Fließt kein Strom durch die unter dem Pendel mit dem Magneten angebrachte Rolle, so schwingen beide gleich, wenn jedoch ein elektrischer Strom dieselbe durchfließt, wird die Schwingungsdauer des letzteren beeinflusst und zwar um so stärker, je mehr Strom hindurchfließt. Das Zählwerk giebt die Differenz der Schwingungen der Pendel an und ist so eingerichtet, dass oben die Einer, darunter die Zehner etc. abgelesen werden können. Das Uhrwerk braucht monatlich nur einmal aufgezogen zu werden.

Zur Ermittlung der Anlage- und Betriebskosten einer elektrischen Kraftübertragung muss zunächst wieder der Wirkungsgrad der gesamten Anlage bestimmt werden. Für die einzelnen Theile sind folgende Wirkungsgrade anzunehmen:

1. für die Kraftmaschinen, die Dampfmaschinen . . . 0,87
2. für die Kraftumwandler, die stromerzeugenden  
Dynamomaschinen . . . . . 0,94
3. für die Kraftleitung . . . . . 0,82
4. für die Elektromotoren . . . . . 0,75

woraus sich der Gesamtwirkungsgrad zu  $0,87 \cdot 0,94 \cdot 0,82 \cdot 0,75 = 0,50$  ergibt und somit wieder die Grösse der Centralstation für

$$\frac{3000}{0,50} = 6000$$

indizirte Pferdestärken berechnet werden muss.

Die Anlagekosten lassen sich nun wie folgt ermitteln:

1. Maschinelle Anlage nebst Kesseln, Armaturen, Rohrleitungen und Gebäude . . .	2 300 000 M.
2. Kabelnetz für die Vertheilung . . . . .	1 800 000 „
3. Elektromotoren für 3000 effektive Pferdestärken . . . . .	1 250 000 „
4. Grunderwerb . . . . .	860 000 „
5. Besondere Einrichtungen für Kohlentransport, Geräte Werkzeuge etc. . . . .	240 000 „
6. Für Fracht, Aufstellung und Unvorhergesehenes . . . . .	400 000 „
Zusammen . . .	6 850 000 M.

Hierfür berechnen sich die jährlichen Betriebskosten, wenn für die Amortisation der Werth des Grundstücks in Abzug gebracht wird, wie folgt:

1. Amortisation und Verzinsung 10 Proz. *) . . .	642 000 M.
2. Kohlenverbrauch $\frac{6000 \cdot 1 \cdot 3000 \cdot 2}{100}$ . . .	360 000 „
3. Schmiermaterial . . . . .	6 000 „
4. Reparaturen . . . . .	60 000 „
5. Gehälter, Abgaben etc. . . . .	54 000 „
Zusammen . . .	1 122 000 M.

Hierfür werden geliefert 3000 Pferdestärken während 3000 Stunden, somit kostet eine Pferdestärke in einer Stunde

$$\frac{1122000}{3000 \cdot 3000} = 12,5 \text{ Pf.}$$

### Kurzer Vergleich der verschiedenen Kleinmotoren und Kraftübertragungssysteme unter einander und mit der grossen Dampfmaschine.

Die sämtlichen bisher behandelten Kleinmotoren mit alleinigem Ausschluss der Kleindampfmaschinen entsprechen im Wesentlichen alle den auf Seite 19 aufgestellten allgemeinen

\*) Der Grund- und Bodenwerth ist bei der Amortisation abgezogen.

Anforderungen. Es würde sich nun noch darum handeln, ob diese Motoren im Stande sind ebenso billig Betriebskraft zu liefern als die grosse Dampfmaschine, mit welcher sie in Konkurrenz treten sollen. Die Betriebskosten der einzelnen Kleinmotoren sind bereits ermittelt, so dass es nur noch erübrigt, auch diejenigen für die grosse Dampfmaschine zu bestimmen. Die nachfolgende Tabelle, welche die Kosten für Dampfmaschinen-Anlagen (Dampfmaschine, Kessel, Rohrleitung, Schornstein etc. aber ausschliesslich Gebäude) sowie deren Betriebskosten enthält, mag hierüber Aufschluss geben.

Kostenberechnung für Verbund-Dampfmaschinen-Anlagen mit Kondensation.

Für eine Betriebsdauer von 3000 Stunden.

Anzahl der effektiven Pferdestärken.	40	60	100	150
Preis der Anlage in Mark.	28 000	36 000	58 000	70 000
	M.	M.	M.	M.
Amortisation und Verzinsung 11 Proz.	= 3 080	= 3 960	= 6 380	= 7 700
Kohlenverbrauch je 100 kg = 2 M. . . .	1,8.40.3000.2	1,5.60.3000.2	1,4.100.3000.2	1,2.150.3000.2
	100	100	100	100
	= 4 320	= 5 400	= 8 400	= 10 800
Schmieröl . . . . .	= 420	= 580	= 1 000	= 1 100
Reparaturen . . . . .	= 600	= 700	= 1 200	= 1 500
Wartung und Ver- schiedenes . . . . .	= 2 000	= 2 100	= 2 200	= 2 500
Zusammen Mark	10 420	12 740	19 180	23 600

Demnach kostet eine effektive Pferdekraft in einer Stunde, wenn für das Kondensationswasser keine Kosten in Rechnung gestellt werden:

bei der 40 pferdigen Dampfmaschine  $\frac{10420}{40.3000} = 8,7$  Pfennig.

bei der 60 pferdigen Dampfmaschine  $\frac{12740}{60.3000} = 7,1$  „

bei der 100 pferdigen Dampfmaschine  $\frac{19180}{100.3000} = 6,4$  „

bei der 150 pferdigen Dampfmaschine  $\frac{23600}{150.3000} = 5,3$  „

Nunmehr lassen sich die Betriebskosten der verschiedenen Motoren für die effektive Pferdekraftstunde übersichtlich zusammenstellen.

Vergleichende Betriebskosten-Zusammenstellung  
für die verschiedenen Motoren.

Für eine effektive Pferdekraft in einer Stunde in Pfennigen.

		Anzahl der Pferdestärken des Kleinmotors.	1	2	4	6
Grosse Dampf- maschine (Ver- bundsystem) mit Kondensation.	40pferdig . . . . .		8,7	8,7	8,7	8,7
	60pferdig . . . . .		7,1	7,1	7,1	7,1
	100pferdig . . . . .		6,4	6,4	6,4	6,4
	150pferdig . . . . .		5,3	5,3	5,3	5,3
Kleinmotoren	selbstständige	Mensch	402	402	402	402
		Petroleummotoren:				
		a) Kaselowky				
		mit Petroleumzoll . . . . .	30,6	23,2	19,1	16,6
		ohne " . . . . .	23,6	16,9	13,5	11,7
		b) Capitaine				
		mit Petroleumzoll . . . . .	19,9	14,3	11,1	—
		ohne " . . . . .	15,7	10,8	8,3	—
		Heissluftmotoren:				
		a) Rider-Monski . . . . .	17,6	15,2	—	—
	b) Bénier-Motor . . . . .	—	—	10,6	9,2	
	Dampfmotor:					
	Hoffmeister . . . . .	29,1	23,1	19,6	18,6	
abhängige	Gasmotoren . . . . .	25,4	19,9	16,2	14,8	
	Kraftübertragung von einer Cen- tralen bei Verwendung von:					
	a) Wasserdruckmotoren . . . . .	13,6	13,6	13,6	13,6	
	b) Luftdruckmotoren . . . . .	14,1	14,1	14,1	14,1	
	c) Elektromotoren . . . . .	12,5	12,5	12,5	12,5	

Diese Tabelle zeigt deutlich, dass die Verwendung der Menschenkraft zu motorischen Zwecken ausserordentlich unvortheilhaft ist, und dass die der Grossindustrie zur Verfügung stehende Grossdampfmaschine immer noch billiger arbeitet als die Kleinmotoren.

Vergleicht man die einzelnen Posten in den verschiedenen Kostenberechnungen, so findet man, dass der Betrag für die

Kraftquelle die übrigen Beträge erheblich übersteigt. Es ist daher auch erklärlich, dass die Kleinmotorenfabrikanten ihr Bestreben hauptsächlich darauf richten, mit einem möglichst geringen Verbrauch an Gas, Petroleum oder Kohle eine möglichst grosse effektive Leistung zu erzielen. Ob sich nach dieser Richtung hin an den Kleinmotoren noch so erhebliche Verbesserungen erzielen lassen, dass sie ebenso billig wie die Grossdampfmaschinen arbeiten können, lässt sich nicht im Voraus bestimmen, obwohl die Möglichkeit nicht ausgeschlossen ist. Dagegen giebt es aber ein anderes, sicheres Mittel, um die Betriebskosten der Kleinmotoren zu verbilligen und zwar durch Herabsetzung der Kosten für die Kraftquelle. Hierbei würden nun vor Allem das für motorische Zwecke verwendete Gas und Petroleum in Frage kommen. Einzelne Städte wie Berlin haben den Preis für Gas bereits ermässigt, jedoch ist diese Reduzirung noch nicht ausreichend. Gerade bei dem grossen Werth, welchen die Erhaltung der Kleinindustrie für den gesammten Staat hat, wäre zu wünschen, dass den Kleinmeistern für ihren Gewerbebetrieb das Gas noch billiger geliefert würde. Ebenso dürfte doch sehr in Erwägung zu ziehen sein, ob bei der zunehmenden Bedeutung der Petroleummotoren gerade für diejenigen Orte, welche keine Gasanstalten haben, das von den Kleinmeistern für motorische Zwecke benutzte Petroleum vom Zoll befreit, oder aber der Zoll denselben zurückvergütet werden könnte. In welcher Weise diese Vergütung zu erfolgen hätte, würde dann auch unschwer festzusetzen sein.

Ferner zeigt diese Tabelle noch, dass alle drei verschiedenen Kraftübertragungssysteme recht wohl im Stande sind, billige Betriebskraft zu liefern, allerdings müssen die Betriebskosten wegen der Verwendung der grossen Dampfmaschine immer noch höher sein, als die Kosten für diese allein; daher wird man für solche Zentralanlagen, so weit es eben möglich ist, natürliche Kraftquellen zu verwerthen suchen müssen.

Welches von den drei Kraftübertragungssystemen in jedem einzelnen Falle zu wählen sein wird, hängt von den besonderen Nebenumständen ab.

Die Kraftübertragung durch gepresstes Wasser würde es gestatten, dass an das in den Strassen liegende Rohrnetz bequem besondere Feuerlöschapparate angeschlossen werden, wodurch die Feuersicherheit einzelner Stadttheile nicht unerheb-

lich erhöht werden könnte. In Fig. 73 ist z. B. gezeigt, wie ein Körting'scher Wasserstrahl-Löschapparat eingeschaltet wird. Das in der Kraftleitung vorhandene unter einem Druck von 50 Atmosphären stehende Wasser saugt aus der Wasserversorgungsleitung Wasser an und schleudert dasselbe durch das Mundstück eines Spritzenschlauches etwa 40 bis 50 m hoch. Ueberall da, wo auf eine möglichst schnelle Bekämpfung eines

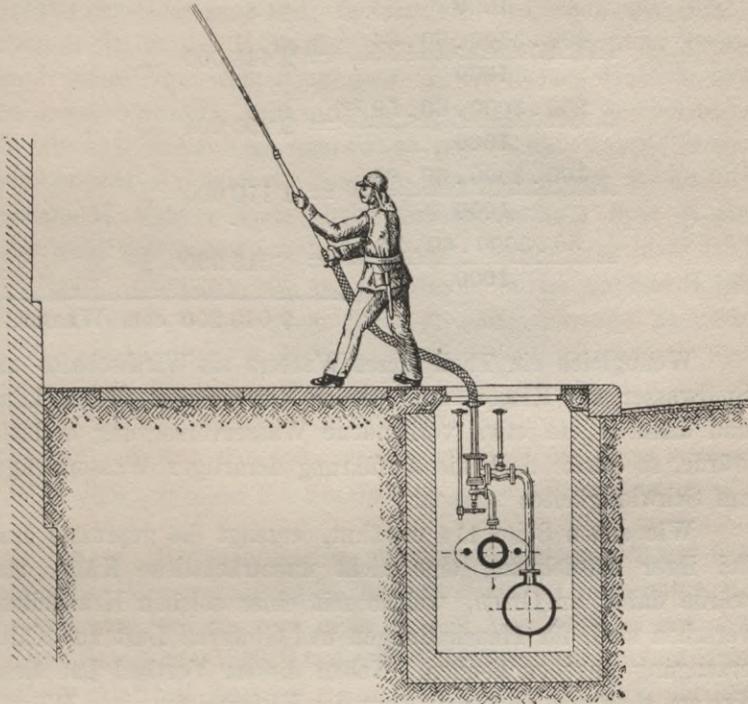


Fig. 73. Körting'scher Wasserstrahl-Löschapparat.

Schadenfeuers ganz besonderer Werth gelegt wird wie in der Nähe von grossen Lagerspeichern, Waarenhäusern und dergleichen, kann daher die Kraftübertragung durch gepresstes Wasser am Platze sein. Zur Bewegung von Hebe­maschinen dürfte gepresstes Wasser sich wohl als am zweckmässigsten erweisen; wo daher ausgedehnte Anlagen mit Hebe­vorrichtungen vorhanden sind, oder neu angelegt werden, kann man zugleich auf die Verwendung von Wasserdruckmotoren Rücksicht nehmen. Allerdings muss hierbei vorausgesetzt werden, dass nicht allein

die erforderliche Wassermenge für die Motoren zur Verfügung steht, sondern dass das Abwasser aus denselben auch abgeleitet werden kann. Dass diese Wassermenge nicht unerheblich ist, zeigt folgende kleine Berechnung des jährlichen Wasserverbrauchs bei Abgabe von 3000 effektiven Pferdestärken in 3000 Stunden, wie sie in dem Beispiel auf Seite 104 u. ff. näher angegeben war:

$\frac{870 \cdot 3000 \cdot 60 \cdot 17^*)}{1000}$	= 2 662 200 cbm
$\frac{400 \cdot 3000 \cdot 60 \cdot 34}{1000}$	= 2 448 000 „
$\frac{250 \cdot 3000 \cdot 60 \cdot 50}{1000}$	= 2 250 000 „
$\frac{100 \cdot 3000 \cdot 60 \cdot 65}{1000}$	= 1 170 000 „
$\frac{30 \cdot 3000 \cdot 60 \cdot 95}{1000}$	= 513 000 „
	9 043 200 cbm Wasser.

Wenngleich ein Theil dieses Wassers als Wirthschafts- und Spülwasser für Klossets etc. wieder Verwendung finden kann, und dadurch die etwa vorhandene Wasserversorgung entlastet würde, so dürfte doch die Abführung derartiger Wassermengen auf Schwierigkeiten stossen.

Wie schon Seite 114 erwähnt, erzeugt die gepresste Luft bei ihrer Ausdehnung eine nicht unbeträchtliche Kälte, man würde daher an Orten, welche mit einer solchen Kraftleitung versehen sind, für Haushaltungen und Gewerbe Luft zur Kälteerzeugung abgeben können. Neben diesem Vortheil hat dieses System aber den Nachtheil, dass der Kleinmeister einen Wärmeofen zur Vorwärmung der Pressluft verwenden muss. Ausser der Wartung, die ein solcher Ofen beim Anheizen und während des Betriebes erfordert, kann noch in vielen Betrieben seine Aufstellung aus Rücksicht auf Feuersicherheit nicht erfolgen.

Bei der Kraftübertragung durch Elektrizität kann ausser der motorischen Kraft noch elektrisches Licht abgegeben werden. Gerade die allerjüngste Zeit hat in dieser Beziehung wirklich grossartiges geleistet, indem es gelungen ist, von der in Laufen

\*) Anzahl der Motoren wie auf Seite 112 angegeben. Die Zahlen 17, 34, 50, 65, 95 geben den Wasserverbrauch für die effektive Pferdestärke in Litern an.

am Neckar vorhandenen Wasserkraft 300 Pferdestärken durch eine Turbine zu gewinnen, durch eine Dynamomaschine in Elektrizität umzuwandeln, und auf eine Strecke von 175 km Entfernung, nämlich nach der Ausstellung in Frankfurt a. M., fortzuleiten und hier wieder zu motorischen und Beleuchtungszwecken zu verwenden. Da die Fortleitung der Elektrizität bei etwa 100 Volt Spannung ganz ungeheure Summen für das Leitungsnetz erfordert haben würde, so musste erst durch Stromumwandler (Transformatoren) in Lauffen die Spannung erhöht werden und dann die Fortleitung in Drähten von der Stärke eines Telegraphendrahtes erfolgen. In Frankfurt wird die hohe Spannung wieder in eine niedrige umgesetzt, wie sie namentlich für Beleuchtungszwecke erforderlich ist. Durch diesen Versuch ist der Beweis geliefert, dass die Fortleitung der Elektrizität auf grosse Entfernungen ohne verhältnissmässig hohe Kosten sehr wohl ausführbar ist.

Nach den bisherigen Ausführungen dürfte es dem Kleinmeister nicht schwer fallen, einen für seine Zwecke passenden Motor auszuwählen.

---

### Einiges über die Beschaffung eines Kleinmotors.

Wenn der Kleinmeister einen für seine Verhältnisse etwa passenden Motor ausgewählt hat, so wende er sich unter Beifügung von Skizzen und einer kurzen Beschreibung des Aufstellungsortes und der zu treibenden Maschinen an die betreffende Fabrik mit dem Ersuchen, ihm eine Zeichnung über die Aufstellung des Motors und des etwa nöthigen Kühlgefässes sowie die Anbringung der erforderlichen Transmission mit Kostenanschlag einzusenden, was fast alle Fabriken umsonst thun. Dann bereite er Alles für die Aufstellung des Motors vor (Gaszuleitung, Gasuhr etc.) und lasse denselben durch einen der Monteure der Fabrik fix und fertig aufstellen, im Betriebe vorführen und über alle Einzelheiten eingehend sich unterrichten, namentlich aber über das Verhalten bei plötzlich vorkommenden Störungen. Ausser den Reisekosten für die Monteure berechnen die Fabriken meistens für den Tag des Aufenthaltes am Orte und der Reise 7 M., für Logis und Beköstigung etwa 3,50 M.

Hinsichtlich der Bezahlung des Motors ist es fast allgemein üblich, dass ein Drittel des Betrages bei der Bestellung, das zweite Drittel bei Anlieferung und das letzte nach einem Monat entrichtet wird.

Die meisten Fabriken haften in der Weise für die Güte ihrer Motoren, dass sie alle während des ersten halben Jahres nachweislich durch schlechtes Material, fehlerhafte Konstruktion und mangelhafte Ausführung unbrauchbar gewordenen Theile sofort ersetzen, ohne eine weitere Verpflichtung zu irgend einem Schadenersatz zu übernehmen.

Da die Beschaffung des Motors dem Kleinmeister in vielen Fällen wegen der Bezahlung Schwierigkeiten bereitet, so ist es eine lohnende Aufgabe darüber nachzudenken, in welcher Weise diesem Uebelstande am Besten und Zweckmässigsten abgeholfen werden kann.

---

### **Ueber ein neues Wohn- und Werkstättengebäude für Kleinindustrielle.**

Wer je einen Blick in die Wohnungen und Werkstätten der Kleinindustriellen gethan, wird gefunden haben, dass diese Leute meistens gezwungen sind, in dumpfen, dunklen, feuchten und ungesunden Räumen zu wohnen und zu arbeiten. Es verdient daher noch besonders hervorgehoben zu werden, dass es sich die

### **Aktien-Gesellschaft für Monier-Bauten vorm. G. A. Wayss & Co., Berlin NW. Alt-Moabit 97,**

hat angelegen sein lassen, billige und gesunde Wohn- und Arbeitsräume für Kleinmeister herzustellen.

In den Figuren 74, 75 und 76 ist ein solches Haus in Ansicht, Grundriss und Querschnitt dargestellt. Dasselbe ist nicht, wie man Gebäude gewöhnlich herzustellen pflegt, aus Ziegeln errichtet, sondern aus Hartgipsdielen, deren eigenartige Herstellung Geheimniss der genannten Firma ist.

Die Verwendung dieses Baumaterials hat zunächst den grossen Vortheil, dass ein solches Gebäude ausserordentlich schnell hergestellt und bezogen werden kann, da die Gipsdielen vollständig trocken verwendet werden, wodurch das langwierige Austrocknen

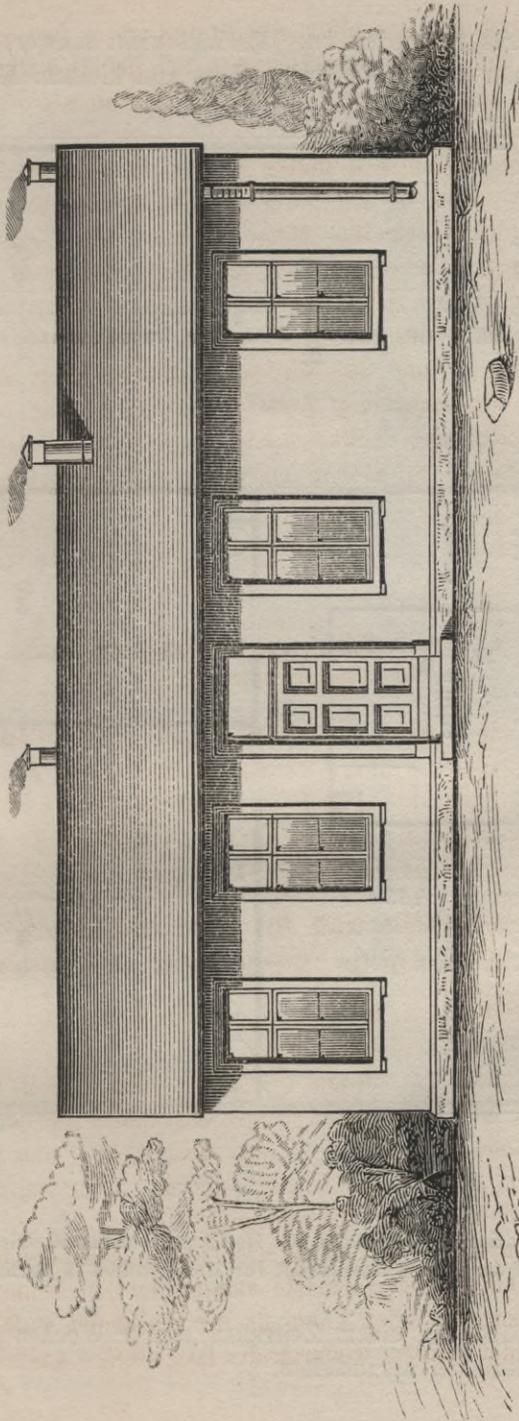


Fig. 74. Gebäude aus Hartgipsdielen für Kleinindustrielle. Entwurf der Actien-Gesellschaft für Monierbauten in Berlin.

eines Bauwerks vermieden ist. Es hält nicht schwer, das hier dargestellte nur aus einem Erdgeschoss und kleinem Keller be-

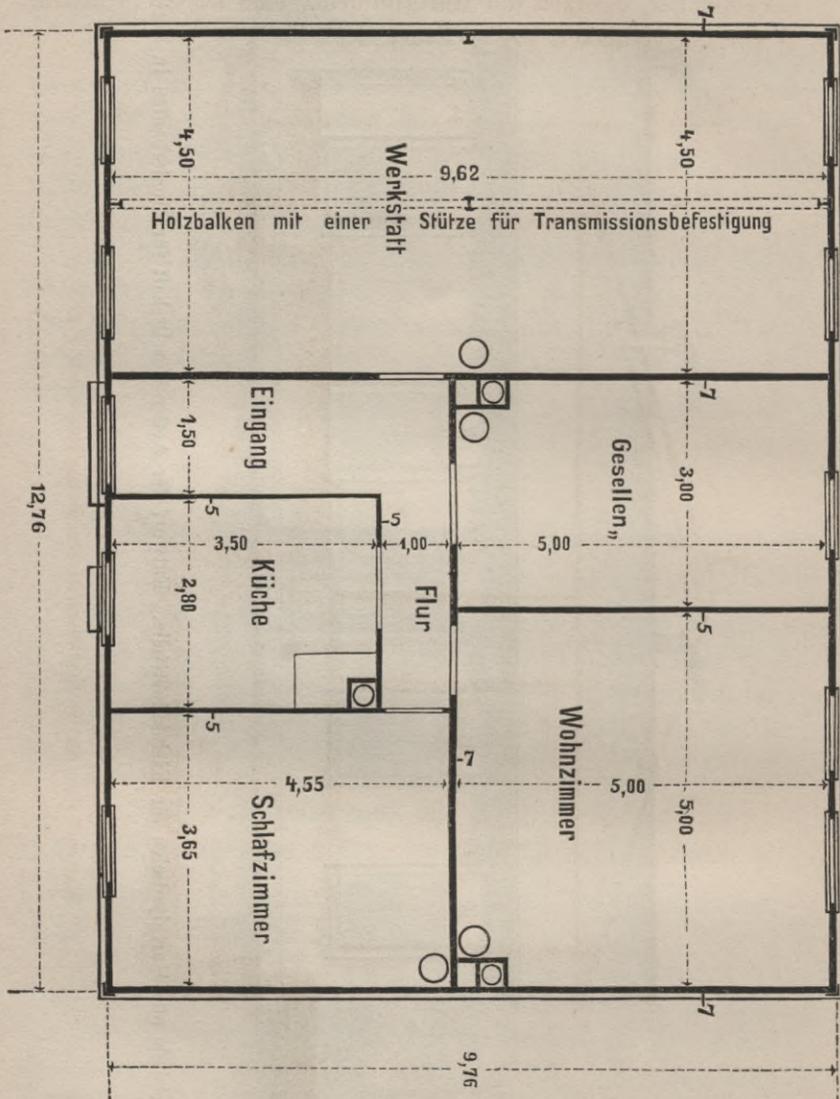


Fig. 75. Grundriss des Gebäudes aus Hartgipsdielen für Kleinindustrielle.  
Entwurf der Aktien-Gesellschaft für Monierbauten in Berlin.

stehende Gebäude in einem Zeitraum von 3 Wochen fix und fertig zum Beziehen herzustellen.

Ein weiterer Vortheil ist die grosse Feuersicherheit eines solchen Bauwerkes. Wie eine ganze Reihe von Brandproben erwiesen hat, besitzen die Hartgipsdielen eine ausserordentliche Widerstandsfähigkeit gegen Feuer.

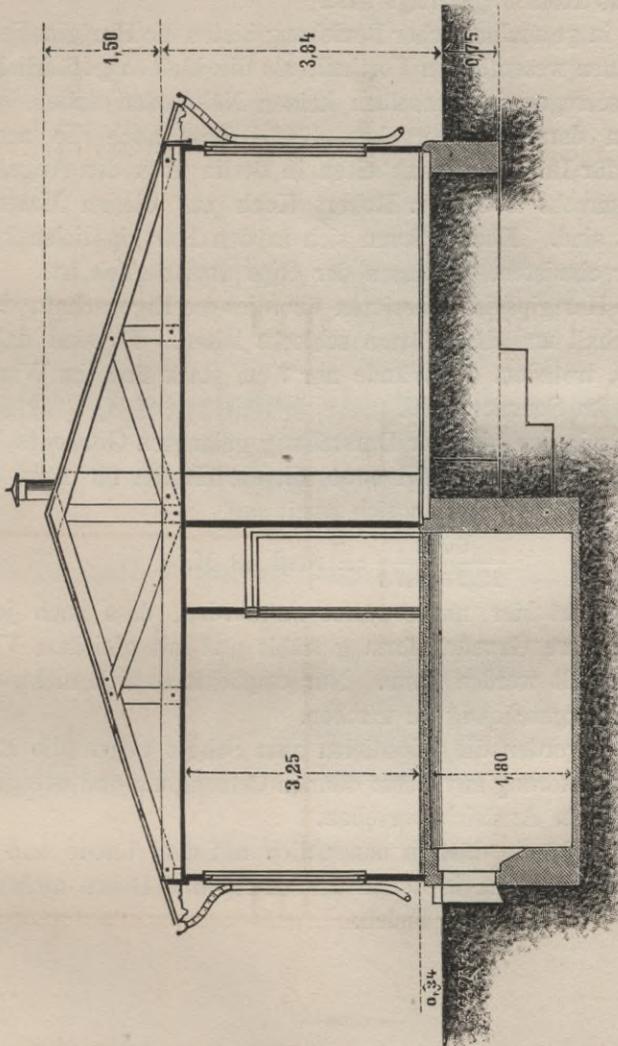


Fig. 76. Querschnitt des Gebäudes aus Hartgipsdielen für Kleinindustrielle.  
Entwurf der Aktien-Gesellschaft für Monierbauten in Berlin.

Ein Versuch hat sogar dargelegt, dass, nachdem die Gipsdielen während einer ganzen Stunde einem starken Feuer ausgesetzt und unten rothglühend geworden waren, man die obere Fläche, auf welcher Holzbalken sich befanden, noch mit der Hand

angreifen konnte. Es sind daher in dem zur Darstellung gelangten Gebäude nicht allein die Wände, sondern auch die Decken aus Hartgipsdielen hergestellt. In den Wänden ist statt der Holzbalken Eisen verwandt worden, so dass nur die Thüren und Fenster aus Holz angefertigt sind.

Auch in gesundheitlicher Beziehung bieten die Hartgipsdielen insofern einen wesentlichen Vortheil, als die kleinen gefährlichen Krankheitserreger in denselben keinen Nährboden finden, wie am Besten daraus hervorgehen dürfte, dass auch die neuen Baracken für Infektionskrankheiten in Berlin nach den Angaben des Geheimraths Prof. Dr. Robert Koch aus diesem Material hergestellt sind. Ebenso kann sich in den Hartgipsdielen kein Ungeziefer einnisten, da diesen der Gips unerträglich ist.

Diese Hartgipsdielen besitzen überdies die Eigenschaft, dass sie den Schall und die Wärme schlecht leiten. Es sind daher die Räume, trotzdem die Wände nur 7 cm stark sind, im Winter warm und im Sommer kühl.

Der Preis des hier zur Darstellung gelangten Gebäudes beträgt vollständig fertig rund 6000 M., die Kosten für 1 qm bebaute Grundfläche belaufen sich somit auf

$$\frac{6000}{12,76.9,76} = \text{rund } 48 \text{ M.}$$

Es braucht hier nur erwähnt zu werden, dass auch jede beliebige andere Grundrissform gewählt und mit gleichem Vortheil hergestellt werden kann. Nur empfiehlt es sich nicht, die Gebäude mehrgeschossig zu machen.

Aussen werden die Gipsdielen zum Schutz gegen die Einflüsse der Witterung mit einem dünnen Cementputz und eventuell noch mit einem Anstrich versehen.

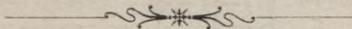
Diese Gebäude dürften namentlich auf dem Lande und in kleineren Ortschaften, in denen der Grund und Boden nicht zu theuer ist, bald Eingang finden.



Uebersichtliche Zusammenstellung  
der  
**Preise, Dimensionen, Umdrehungszahlen etc.**  
der vorher besprochenen Kleinmotoren.

---

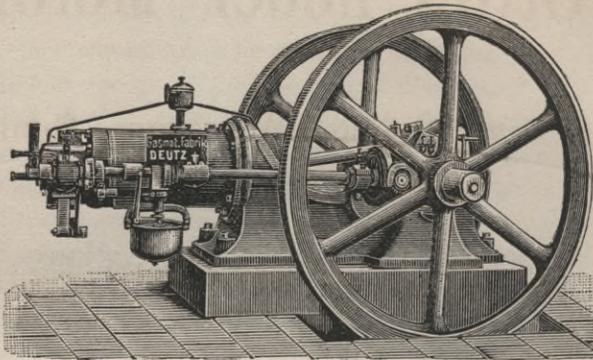
Angaben der betreffenden Fabrikanten.



# Gasmotoren-Fabrik

Ausschliessliche Specialität seit über 25 Jahren:

durch  
Patente



geschützt.

**Prämiirt auf allen Ausstellungen mit mehr**

Auf der diesjährigen Gewerbe-Ausstellung in Strassburg i. E. empfang von 10 concurrirenden für vorzügliche Construction und Ausführung

Modell E, liegender Anordnung, ein cylindrig (s. Seite 39).

Grösse in effectiven Pferdekräften	1/2	1	2	3	4	5	6	8	10	12
Länge des Motors . . . . Meter	1,315	1,550	1,725	1,900	2,070	2,195	2,345	2,560	2,820	2,820
Breite " " . . . . "	0,635	0,775	0,860	0,950	1,080	1,160	1,255	1,365	1,515	1,515
Höhe " " . . . . "	1,360	1,445	1,480	1,525	1,610	1,625	1,695	1,770	1,850	1,850
Durchmesser der Riemscheibe	0,150	0,200	0,300	0,400	0,450	0,550	0,600	0,750	0,800	0,950
Breite " " . . . . "	0,110	0,150	0,170	0,210	0,250	0,270	0,290	0,310	0,350	0,350
Erforderliche Breite des Riemens	0,050	0,070	0,080	0,100	0,120	0,130	0,140	0,150	0,170	0,170
Tourenzahl der Riemscheibe p. Minute	240	230	230	230	210	200	200	180	180	180
Erforderliche Gasuhr . . . flammig	5	10	20	30	30	30	50	60	80	100
Ungefähres Gew. d. Motors c. netto kg	550	570	760	960	1300	1620	1900	2400	3200	3400

Modell D, stehender Anordnung, ein cylindrig (s. Seite 41).

Grösse in effectiven Pferdekräften	1/2	1	2	3	4	5	6	8
Länge des Motors . . . . Meter	0,800	1,050	1,150	1,250	1,300	1,400	1,550	1,650
Breite " " . . . . "	0,730	0,850	0,930	1,020	1,140	1,230	1,300	1,410
Höhe " " . . . . "	1,150	1,370	1,555	1,715	1,845	1,985	2,120	2,325
Durchmesser der Riemscheibe	0,150	0,200	0,300	0,400	0,450	0,550	0,600	0,750
Breite " " . . . . "	0,110	0,150	0,170	0,210	0,250	0,270	0,290	0,310
Erforderliche Breite des Riemens	0,050	0,070	0,080	0,100	0,120	0,130	0,140	0,150
Tourenzahl der Riemscheibe p. Minute	240	230	210	210	200	200	180	180
Erforderliche Gasuhr . . . flammig	5	10	20	30	30	30	50	60
Ungefähres Gew. d. Motors c. netto kg	325	480	680	800	1040	1400	1700	2000

— Preislisten, Kostenanschläge, Zeugnisse, Beschreibung und

# Deutz in Köln-Deutz.

## Otto's neuer Motor

liegender und stehender Anordnung

für

**Steinkohlengas, Oelgas, Wassergas, Generatorgas,  
Benzin und Petroleum.**

**37500 Maschinen mit 150000 Pferdekraften**  
in Betrieb.

als 100 Medaillen und 32 Diplomen.

Motoren-Fabriken die **Gasmotoren-Fabrik Deutz** allein die erste Auszeichnung  
von Gas-, Benzin- und Petroleum-Motoren.

Modell A, liegender Anordnung, eincylindrig (s. Seite 38).

$\frac{1}{2}$	1	2	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	30	35
1,890	2,200	2,520	2,740	2,920	3,150	3,370	3,470	3,850	3,850	4,590	4,590	4,690	4,690	4,690
0,800	0,900	0,990	1,100	1,190	1,310	1,400	1,400	1,800	1,835	1,920	1,920	2,110	2,110	2,130
1,500	1,580	1,650	1,700	1,730	1,780	1,700	1,800	1,800	1,800	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
0,200	0,250	0,400	0,500	0,600	0,700	0,750	0,900	1,000	1,000	} (Die Riemscheiben für Motoren von 16 und mehr Pferdekraft werden extra berechnet.)				
0,110	0,150	0,170	0,210	0,250	0,270	0,280	0,310	0,350	0,350					
0,050	0,070	0,080	0,100	0,120	0,130	0,135	0,150	0,170	0,170					
180	180	180	180	160	160	160	160	140	140	140	140	140	140	140
5	10	20	30	30	30	50	60	80	100	150	150	200	200	300
470	660	940	1280	1625	2000	2475	2750	4600	4800	6600	6800	8000	8200	8500

Modell F, liegender Anordnung, zweicylindrig (s. Seite 42).

4	6	8	12	16	20	25	30	40	50	60
2,220	2,500	2,800	3,010	3,310	3,570	3,570	3,950	4,100	4,630	4,630
1,420	1,630	1,750	1,940	2,060	2,290	2,290	2,460	2,830	3,100	3,100
1,600	1,650	1,600	1,700	1,800	1,850	1,850	2,000	2,050	2,200	2,200
0,600	0,750	0,900	1,200	} (Die Riemscheiben für Motoren von 16 und mehr Pferdekraft werden extra berechnet.)						
0,190	0,210	0,250	0,270							
0,090	0,100	0,120	0,130							
220	220	200	200	180	170	170	150	150	140	140
30	30	60	100	150	150	200	200	300	300	300
1620	2300	3000	4000	5400	6100	7000	7900	11000	11500	12000

Anleitung für Aufstellung und Betrieb etc. gratis und franco. 

# Berliner Maschinenbau-Actien-Gesellschaft vormals L. Schwartzkopff

17|18 Chaussée-Strasse. BERLIN N. Chaussée-Strasse 17|18.

## Gas-Motoren.

**Vorteile.** Kein Schieber. — Geringer Gasverbrauch. — Geringer Oelverbrauch. — Leichtes Angehen. — Gleichmässiger Gang. — Grosse Kraftleistung zu jeder Zeit. — Geringe Abnutzung. — Keine Feuersgefahr. — In jedem Raume aufstellbar. — Gefahrlos und zuverlässig. — Keine beständige Wartung. — Grösste Reinlichkeit.

### Preise und Dimensionen.

(Vergl. Seite 55 u. ff.)

Grösse in effectiven Pferde- stärken	Grösse des Aufstellungs- raumes in Metern			Der Riemenscheibe		Um- drehungen pro Minute	Gewicht der Motoren  kg	Preis der Motoren excl. Verpackung ab Fabrik M.
	Länge	Breite	Höhe	Durch- messer mm	Breite mm			
1	1,8	0,9	1,3	300	180	160—200	750	1160
2	2,0	0,9	1,4	400	200	160—200	810	1735
3	2,1	0,9	1,5	500	200	160—200	900	1995
4	2,2	1,0	1,6	600	200	160—180	1100	2600
6	2,4	1,1	1,8	700	250	140—180	1550	3465
8	2,5	1,2	2,0	900	250	140—180	1650	3960
10	2,9	1,5	2,3	1000	300	130—160	2100	5085
12	3,0	1,5	2,5	1200	300	130—160	3300	5430
16	3,5	2,0	2,7	Nach besonderer		130—160	6000	6880
20	3,9	2,0	2,9			130—160	6500	7350
25	4,2	2,1	2,9	Ver- einbarung.		130—160	8500	8295
30	4,2	2,2	2,9			130—160	9500	9275

Jeder Maschine werden gratis mitgegeben: 1 Gummibutel, 1 Condensationswassertopf, 2 Reserve-Glühröhrchen und die zum Betriebe nothwendigen Schraubenschlüssel.

# Berliner Maschinenbau-Actien-Gesellschaft vormals L. Schwartzkopff

17|18 Chaussée-Strasse. BERLIN N. Chaussée-Strasse 17|18.

## Petroleum-Motoren.

**Vorteile.** Ohne Benzin, mit gewöhnlichem amerikanischen oder russischen Petroleum arbeitend. — Geringer Petroleum- und Oel-Verbrauch. — Leichtes Angehen. — Gleichmässiger Gang. — Grosse Kraft-Leistung zu jeder Zeit. — Geringe Abnutzung. — Keine Feuersgefahr. — In jedem Raume aufstellbar. — Gefahrlos und zuverlässig. — Keine beständige Wartung. — Kein Schieber. — Saubere Ausführung. — Grösste Reinlichkeit.

### Preise und Dimensionen.

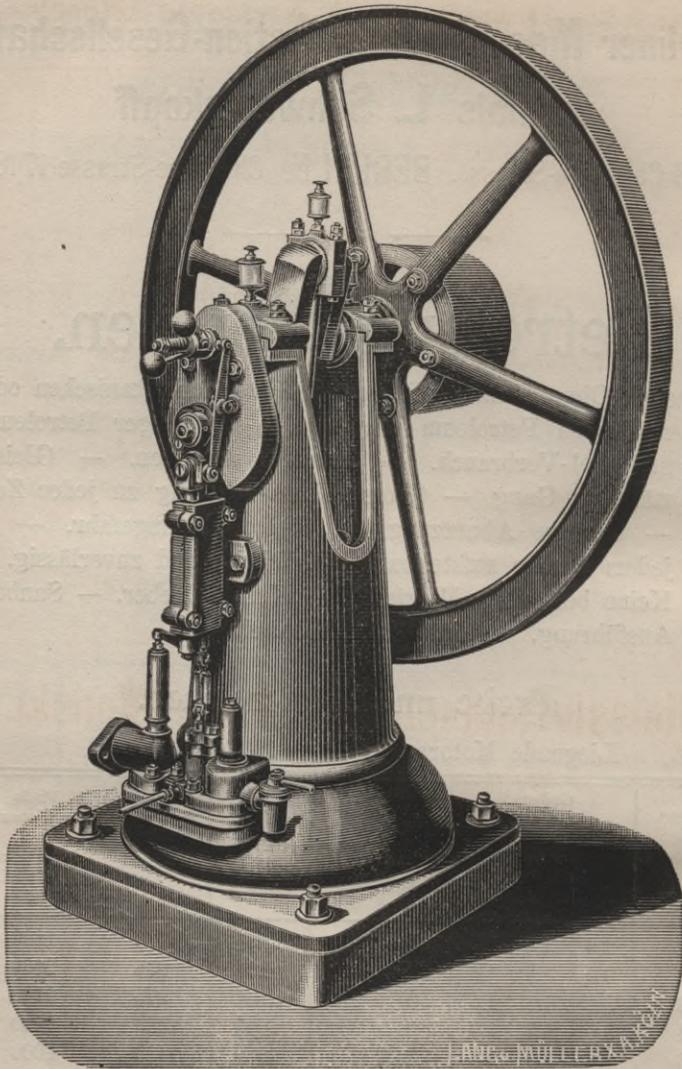
Liegende Motoren. (Vergl. Seite 66 u. ff.)

Grösse in effectiven Pferde- stärken.	Grösse des Aufstellungs- raumes in Metern			Der Riemenscheibe		Um- drehungen pro Minute	Gewicht der Motoren kg	Preis der Motoren excl. Verpackung ab Fabrik M.
	Länge	Breite	Höhe	Durch- messer mm	Breite mm			
1	2,9	1,5	1,5	300	180	220	710	1800
2	3,0	1,5	1,6	400	200	220	935	2100
3	3,4	1,6	1,65	500	210	210	975	2500
4	3,6	1,7	1,7	600	250	200	1230	3000
6	3,8	1,8	1,8	700	290	190	1450	4000
8	4,0	1,8	1,95	800	310	180	1750	4500

Stehende Motoren.

$\frac{1}{2}$	1,4	1,1	1,4	260	160	260	270	1200
$\frac{3}{4}$	1,4	1,1	1,4	200	180	260	280	1500
3	2,0	1,4	2,6	500	210	210	1050	2500

Jedem Motor werden gratis mitgegeben: 1 Auspufftopf, 1 Satz Schraubenschlüssel, Oel- und Petroleumkannen, Reinigungswerkzeuge, Ersatztheile, eine Packungspressen, eine Anweisung für die Inbetriebsetzung und Behandlung des Motors.



## Neuer Ventil-Gasmotor

ausgeführt von der Maschinenfabrik

**Jacob Kaufmann, Köln-Ehrenfeld, Venloerstr. 222.**

**Vorzüge:** Ueberraschende Einfachheit. — Grosse Uebersichtlichkeit. — Absolute Zuverlässigkeit. — Geringste Reparaturbedürftigkeit. — Grosse Kraftleistung. — Geringer Gasverbrauch. — Billigster Preis. — Vorzüglichste Ausführung.

**Ausführliche Preislisten stehen auf Wunsch zu Diensten.**

## Preise und Dimensionen von Kaufmann's Gasmotor.

(Vergl. Seite 62 u. 64.)

Leistung in effectiven Pferden . . . . .	$\frac{1}{2}$	1	2	4	6	8	
Preis des complete Motors in Mark . . . . .	750	1000	1400	2200	3000	3500	
Umdrehungszahl per Minute . . . . .	200	200	180	180	160	160	
Durchmesser der Riemenscheibe . . . mm	250	400	450	500	700	900	
Breite der Riemenscheibe . . . . mm	120	155	190	250	300	320	
Ungefähres Gewicht des Motors . . . kg	350	500	750	1000	1400	1800	
Raumbedarf	Richtung des Schwungrades	1300	1400	1600	1800	1900	2000
	„ der Kurbelaxe	750	800	1000	1150	1200	1250
Breite des Riemens . . . . .	50	70	80	120	140	150	

## Heissluftmaschinen, Rider-Monski.

### Preise und Dimensionen.

(Vergl. Seite 82 u. ff.)

Pferdestärken . . . . .	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$	1	2	
Preis in Mark . . . . .	700	900	1175	1450	1850	
Fussbodenraum	Länge . . . . mm	800	910	1160	1400	1650
	Breite . . . . mm	600	770	725	850	925
Höhe einschl. Schwungrad . . . . mm	1600	1850	2075	2400	2400	
Treibende Riemscheibe	Durchmesser mm	300	300	400	470	500
	Breite . . . mm	40	50	80	100	100
Umdrehungen pro Minute . . . . .	140	120	100	100	100	

# J. M. Grob & Co., Leipzig - Eutritzsch.

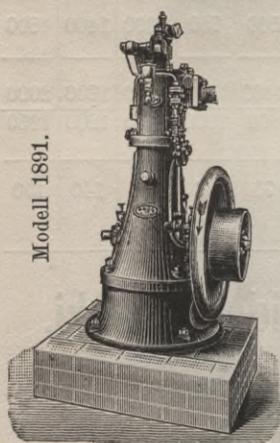
## Capitaine's neue Gas- und Petroleum-Motoren.

(Patent in allen Staaten.)

Sind die billigste, beste und zuverlässigste

**Betriebskraft für die Kleinindustrie.**

Modell 1891.



**Vorzüge:** Raumbedarf und Gewicht ausserordentlich gering. — Schnelle Aufstellung, da fertig montirt versandt. — Unbedeutende Montagekosten. — Leichtes Anlassen. — Selbstthätige ökonomische Regulirung. — Minimaler Verbrauch an Gas bez. Petroleum und Schmieröl.

Zum Betrieb wird gewöhnliches Leuchtgas bezw. Leuchtpetroleum verwandt,  
**kein Benzin.**

Preise fast um die Hälfte niedriger, als die der besten seither existirenden Motoren.

### Preise, Dimensionen und Gewichte.

Grösse in effectiven Pferde- stärken	Grösse der Motoren in Centimetern			Durchmesser und Breite der Riemen- scheibe in Centim.	Um- drehungen pro Minute	Gewicht der Motoren Netto kg	Preis der Petroleum- motoren excl. Verpackung ab Fabrik	
	Höhe	Breite	Tiefe				M.	M.
1	117	66	60	20×9,5	400	200	800	750
2	138	86	70	30×9,5	350	315	1000	950
4	175	115	100	30×12	275	650	1700	1600

6, 8 und 10 HP. Motoren kommen Anfangs 1892 zur Lieferung.

Die Capitaine Motoren sind näher beschrieben auf Seite 64, 74 u. ff.

# Actien-Gesellschaft H. F. Eckert

Berlin O. 34.

## Neuer Heissluftmotor — System „Bénier“.

Erster Preis: Flora-Ausstellung Köln 1888.

Grösse 4 und 6 eff. HP.

**Als bester Motor für Kleingewerbe, Landwirthschaft und elektrische Beleuchtung empfohlen.**

Concession nicht erforderlich. — Vollkommene Sicherheit.

Einfachste Bedienung.

Grösste Einfachheit und Dauerhaftigkeit. — Sparsamer Betrieb.

**Ersparniss gegenüber Dampfkraft bis zu 40 pCt.,  
gegenüber Gaskraft bis zu 75 pCt.**

Geräuschloser und gleichförmiger Gang.

6 HP „Bénier-Motor“ auf unserm Fabrik-Grundstück, Weidenweg 66—71, für Betrieb einer Dynamomaschine zwecks elektrischer Beleuchtung der Bureaux in Thätigkeit. Besichtigung erbeten.

### Hauptdimensionen, Gewichte und Preise.

(Vergl. Seite 88 u. ff.)

Effective Pferdekraft . . . . .	HP	4	6
Preis . . . . .	Mark	2600	3500
Kokesverbrauch pro Pferdekraft u. Stunde	Kilogramm	1,7	1,5
Umdrehungszahl . . . . .	pro Minute	120	110
Länge incl. Schwungrad . . . . .	mm	2600	2900
Breite . . . . .	mm	1200	1300
Höhe . . . . .	mm	2100	2300
Ungefähres Gewicht . . . . .	Kilogramm	2400	3000

Bei Verwendung für elektrische Beleuchtungszwecke und dergl. bedarf der Motor eines zweiten Schwungrades und grösserer Betriebsriemscheibe, welche eine Preiserhöhung von 5 pCt. bedingen.

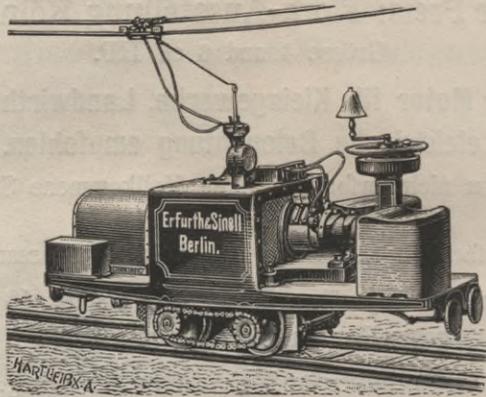
**Preise netto per comptant, excl. Verpackung, loco Fabrik.**

# Erfurth & Sinell, Berlin SW.

Neuenburgerstrasse 7.

Generalvertretung der Deutschen Elektrizitäts-Werke zu Aachen  
für die östlichen preuss. Provinzen.

Elektrische Kraftübertragung jeden  
Umfanges.



Elektrische Beleuchtungsanlagen für  
einzelne Erbsissemments und ganze  
Ortschaften.

## Elektrische Transportbahnen

eigener Konstruktion und unter Benutzung besonderer Patente  
wichtig für

**Bergwerke** und für **Massenförderungen**

über und unter Tage.

**Billigstes, sicherstes und bequemstes Transportmittel.**

Garantie für beste Konstruktion und für die Betriebskosten.

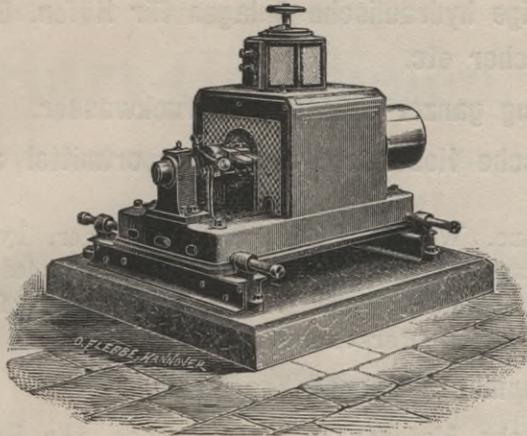
### Erste Referenzen.

Kosten-Anschläge und Betriebskosten-Berechnungen stehen auf  
Wunsch zur Verfügung.

(Vergl. auch Seite 121 u. ff.)

# Deutsche Elektrizitäts-Werke zu Aachen (Garbe, Lahmeyer & Co.).

---



Abtheilung I.

## **Dynamo-Maschinen**

für

### **Beleuchtung und Metallniederschlag**

in jeder Leistung und Spannung für Riemenantrieb, langsame Touren und direkte Kupplung.

**Grosse Vortheile — Nutzeffekt bis über 95 pCt.**

Keine Kraftlinienstreuung — Funkenlose Stromabgabe.  
Genaueste Gleichspannung (Compoundirung bei wechselnder Belastung) — Stabiler Bau und bestes Material.

Abtheilung II.

## **Elektromotoren.**

Geschützter Bau — Höchster Nutzeffekt — Selbstthätige Regulierung — Geringe Wartung.

Spezial-Prospekte und Nachweislisten. — Jahresproduktion 1000 Maschinen und Motoren.

(Vergl. auch Seite 121 u. ff.)

Begründet 1844.

**C. Hoppe, Berlin N.**

Begründet 1844.

## Maschinenfabrik und Eisengiesserei

liefert als Specialität:

**Vollständige hydraulische Anlagen für Häfen, Bahnhöfe, Speicher etc.**

**Versorgung ganzer Städte mit Druckwasser.**

**Hydraulische Hebezeuge und Transportmittel aller Art**

als:

Krähne, Winden, Spills, fahrbare Jigger, hydraulische Drehscheiben und Schiebebühnen, Pressen für jeden Zweck, hydraulische Hub- und Drehbrücken, sowie Aufzüge für Personen und Lasten.

**Presspumpmaschinen und Kraftsammler.**

**Hydraulische Motoren in jeder Grösse für Hoch- und Niederdruck.**

Die Motoren können ohne Fundament in jedem beliebigen Raum Aufstellung finden, bedürfen keiner Wartung, sind unempfindlich gegen Staub und Schmutz, und wenig reparaturbedürftig.

## Preise und Dimensionen

der Wasserdruckmotoren (hydraulische Kleinmotoren) bei 50 Atmosphären Nutzdruck.

(Vergl. Seite 108 u. ff.)

Grösse in effekt. Pferdestärken.	Grösse des Aufstellungsraumes in Metern.		Wasser- verbrauch in der Minute in Litern.	Umdrehungs- zahl in der Minute.	Preis des Motors.
1	1,5	1,0	17	80	700
2	1,5	1,0	34	80	750
3	1,5	1,5	50	80	800
4	2	1,5	65	70	900
6	2	1,5	95	70	1150

Zimmerhöhe von  
1,8 Met. genügt

# **Feuersicher Gesund Schnell Billig**

baut man durch Verwendung unserer

## **Hart-Gipsdielen.**

Dieselben sind ein eben so **vorzügliches Bau- wie Isolir-Material.**

**Vollständig trocken,**  
werden die Hart-Gipsdielen trocken verarbeitet, sodass die betreffenden Räume sofort benutzt werden können.

### **Rascheste Herstellung**

(auch im Winter)

einzelner Bautheile, wie **ganzer Wohn- und Werkstattgebäude, Arbeiterhäuser — Villen — Krankenpavillons — Bahnwärterhäuschen — Schuppen — Baracken u. dergl. — Wände — Decken — Zwischenböden — feuersichere Dachisolirungen — Trockenlegung feuchter Wände — Verkleidung von Fachwerkgebäuden u. s. w.**

### **Keine**

*gesundheitsschädlichen Ausdünstungen, kein Ungeziefer.*

Die Hartgipsdielen lassen sich wie Holz sägen und nageln und ist ihre **Verwendung ausserordentlich leicht und einfach.** Die Verarbeitung kann von jedem Arbeiter bewirkt werden. Ausserdem fügen wir jeder Sendung eine genaue Anleitung bei.

### **Centralfabrik**

in unsern Gipswerken Niedersachswerfen am Harz.

### **Action-Gesellschaft für Monier-Bauten**

vorm. G. A. Wayss & Co.

**Berlin NW., Alt-Moabit No. 97.**

**Telegramm-Adresse: „Cementwayss“.**

(Vergl. auch Seite 136 u. ff.)

36 goldene, silberne und bronzene Medaillen, Ehren-Diplom I. Klasse: Weltausstellung Paris 1878. **Silberne Kaiser-Medaille:** Deutsche Allgemeine Ausstellung für Unfallverhütung Berlin 1889.

---

# Feuerfeste Bauten

nach

„System Monier“ **Deutsch. Reichs-Patent**  
(Eisengerippe mit Cementumhüllung).

**Vorzüge:** Behördlich erprobte absolute Feuerfestigkeit, **glänzend bewährt beim grossen Brande der Spiritfabrik von Heinr. Helbing in Wandsbeck bei Hamburg** — ausserordentlich grosse Tragfähigkeit, namentlich auch für schwere Einzellasten — geringe Konstruktionshöhe — geringes Eigengewicht — schnelle Herstellbarkeit — Trockenheit — Wasserdichtigkeit — Dunstdichtigkeit — Unveränderlichkeit bei Fortfall jeder Unterhaltung — Billigkeit im Vergleich zu anderen Massivkonstruktionen.

## Beste Konstruktion

für Fabrikbauten jeder Art, Lagerhäuser, Speicher, Theater, Hôtels, bessere Privatbauten, Stallungen u. s. w.

## Ganze Bauten und einzelne Bautheile:

Feuerfeste, leichte, wasserdichte, **ebene Fussböden und Decken** — **Gewölbe** für jede Belastung zu Decken und Dächern bei grosser Ersparniss an Eisenkonstruktion — **freitragende Wölbdächer** bis 40 m Spannweite, feuerfest und tropfsicher — leichte, feuerfeste **Wände** — leichte, feuerfeste **Treppen** — feuerfeste **Ummantelung** eiserner Säulen und Träger — feuerfeste, dunstdichte **Stalldecken** — **Dunstschlote**.

## Gleich vortheilhaft für:

**Bassins** und **Behälter** jeder Art und Grösse für alle Verwendungszwecke — **Wasserläufe** — **Gerinne** — **Kanäle** — leichte, ausserordentlich widerstandsfähige **Röhren** — **Brücken** für schwerste Belastungen, bis 60 m frei gespannt — **Kellerdichtungen** — **Trottoirplatten** u. s. w.

# Stampfbeton-Bauten

und Cementarbeiten jeder Art: Fundirungen — Brücken-, Wehr- und Schleusenbauten — Kanäle — Turbinenanlagen — Reservoirs — Gasometerbehälter — wasserdichte Gruben — Bodenbeläge — Gewölbe — Malztennen — wasserdichte Kelleranlagen — Krippen und sonstige Cementwaaren jeder Art.

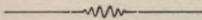
## Actien-Gesellschaft für Monier-Bauten

vorm. G. A. WAYSS & Co.

**Berlin NW., Alt-Moabit No. 97.**

**Zweiggeschäfte:** Köln a. Rh., Hannover, Hamburg, Königsberg O.-Pr., Dresden, Leipzig-Plagwitz, München, Neustadt a. Hdt., Basel, Wien, Budapest, Moskau, Kopenhagen.

# Alphabetisches Sachregister.





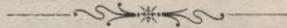
# Alphabetisches Sachregister.

	Seite		Seite
Abhängige Motoren . . . . .	18	Betriebskosten:	
Absperrventile . . . . .	106	Bezugseinheit . . . . .	20
Actien-Gesellschaft für Monier-		Betriebskostenberechnung:	
Bauten . . . . .	136 ff., 153, 154	Bénier-Motor . . . . .	94
Affinität . . . . .	13, 16, 20	Capitaine's Petroleummotor . . . . .	80
Akkumulatoren . . . . .	104, 113	Dampfmaschinen . . . . .	130
Anker . . . . .	120 ff.	Dampfmotor . . . . .	99
Ansaugtopf . . . . .	48	Elektromotoren . . . . .	129
Arbeit, geistige . . . . .	1	Gasmotor . . . . .	54
„  mechanische 1, 3, 4, 61, 103		Heissluftmaschine Rider-	
Arbeitsmaschine . . . . .	5, 6, 13	Monski . . . . .	87
Arbeitsperiode (Erklärung) . . . . .	26	Heissluftmaschine Bénier . . . . .	94
Arbeitsteilung . . . . .	12	Kaselowsky's Petroleummotor . . . . .	73
Atmosphärischer Gasmotor . . . . .	24	Luftdruckmotoren . . . . .	116, 117
Ausblaserohr . . . . .	47	Petroleummotoren:	
Ausblasetopf . . . . .	48	Capitaine . . . . .	80
Ausblasperiode (Erklärung) . . . . .	26	Kaselowsky . . . . .	73
Belebte Kraftmaschinen . . . . .	3, 4, 14	Vergleichende der verschie-	
Bénier-Motor . . . . .	88 ff.	denen Motoren . . . . .	131
Benzin . . . . .	16, 65, 66	Wasserdruckmotoren . . . . .	112, 113
Benzinmotor 16, 18, 20, 25, 64, 66		Bewegte Luft als Kraftquelle 13, 14	
Berliner Maschinenbau - Aktien-		Bewegtes Wasser als Kraftquelle	
Gesellschaft:		13, 14, 15, 17	
Gasmotoren . . . . .	55 ff., 144	Capitaine's Gasmotor . . . . .	63, 64
Petroleummotoren . . . . .	66 ff., 145	„  Petroleummotor . . . . .	74 ff.
Beschaffung des Kleinmotors . . . . .	135	„  Ventilator - Kühl-	
Bestimmungen, polizeiliche, über		gefässe . . . . .	79
Anlegung von Dampfkesseln . . . . .	96	Centrale Kesselanlage . . . . .	101
Betriebskosten:		Chemische Verwandtschaft . . . . .	13, 16
Ermittlung . . . . .	19	Cylinderkühlung . . . . .	48

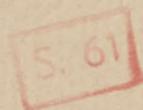


	Seite		Seite
Kraftlinien . . . . .	118 ff.	Motoren:	
Kraftmaschine . 3, 5, 6, 13, 14, 16		Zweitakt- . . . . .	26
"  belebte . . . . .	4	Naphta . . . . .	65
Kraftquellen . . . 3, 6, 13, 14, 15		Nutzeffekt . . . . .	61, 103
"  verschiedene . . . . .	13	Otto's neuer Gasmotor . . . . .	38—42
Kraftsammler . . . . .	104	Perioden des Viertaktes . . . . .	26
Kraftübertragung durch:		Petroleum . . . . .	16, 17, 64 ff.
gepresstes Wasser 17, 101, 104 ff.		Petroleumäther . . . . .	65
gepresste Luft . 17, 101, 113 ff.		Petroleummotor 16, 18, 20, 25, 64 ff.	
Elektrizität . . 17, 101, 117 ff.		Capitaine's . . . . .	74 ff.
Kühlgefäße . . . . .	48, 79	Kaselowsky's . . . . .	66 ff.
Kühlung . . . . .	48	Kostenberechnung . . . . .	73, 80
Lebende Motoren . . . . .	3, 14	Pferdestärke (Erklärung) . 23 Anm.	
Leuchtgas . . . . .	16, 24	"  effektive . 20, 61, 103	
Bestandtheile und Eigen-		"  indizirte . . . . .	61, 103
schaften . . . . .	25	Polizeiliche Bestimmungen über	
Luft, bewegte, als Kraftquelle 13, 14		Anlegung von Dampfkesseln . 96	
"  gepresste, für Kraftüber-		Präzisions-Glühzündung . . . . .	55
tragung . . . . .	17, 101, 113	Presspumpen . . . . .	17, 102, 113
Luftdruckmotoren . . . 17, 18, 102		Quadersteinfundament . . . . .	43
Luftkompressoren . . 17, 102, 113		Regenerator . . . . .	83 ff.
Luftpumpe . . . . .	88	Regulativ zum Dampfkessel-	
Magnetgestell . . . . .	120	gesetz . . . . .	98
Magnetisches Feld . . . . .	118 ff.	Regulator, Gasdruck- . . . . .	47
Mechanische Arbeit . 1, 43, 61, 103		Rider-Monski Heissluftmaschine	82 ff, 147
Mensch als Kraftquelle . . . . .	13	Saugperiode (Erklärung) . . . . .	26
"  "  Motor . . . . .	18, 20 ff.	Schaltbrett . . . . .	126
Motoren:		Schnarchventil . . . . .	86
abhängige . . . . .	18	Selbstständige Motoren . . . . .	18
belebte . . . . .	3, 4, 14	Thalsperren . . . . .	17
Bénier- . . . . .	88 ff.	Thier als Kraftquelle . . . . .	13
Benzin- . 16, 18, 20, 25, 64, 66		Turbinen . . . . .	17
Dampfmaschinen als 15, 16, 18, 20		Ventilator-Kühlgefäße . . . . .	79
Dampf-, Hoffmeister . . . . .	99	Verbreitung der Deutzer Gas-	
Elektro- . . . . .	17, 18, 102, 125	motoren . . . . .	53
Gas- . . . . .	5, 16, 18, 20, 23 ff.	Verdampfer . . . . .	67 ff., 75
Heissluftmaschinen als		Verdränger . . . . .	82 ff.
15, 16, 18, 20, 81 ff.		Vergaser . . . . .	75 ff.
lebende . . . . .	3, 14		
Luftdruck- . . . . .	17, 18, 102		
Mensch als . . . . .	18, 20 ff.		
Petroleum- . 16, 18, 20, 25, 64 ff.			
selbstständige . . . . .	18		
Viertakt- . . . . .	26		
Wasserdruck- . . . . .	17, 18, 102		

	Seite		Seite
Verwandtschaft, chemische . . . . .	13, 16, 20	Wasserschieber . . . . .	106
Viertakt . . . . .	69, 75	Wechselstrommaschinen . . . . .	120
Viertaktmotoren . . . . .	26	Werkstätten für Kleinindustrielle	136 ff.
Vorwärmofen . . . . .	114 ff.	Wind als Kraftquelle . . . . .	14
Wärme als Kraftquelle . . . . .	6, 13, 14	Windräder . . . . .	14
Wasser, bewegtes, als Kraft-		Wirkungsgrad . . . . .	61, 103
quelle . . . . .	13, 14, 15, 17	Wirthschaftliche Bedeutung der	
Wasserdruckmaschinen . . . . .	17, 18, 102	Kleinmotoren . . . . .	1
Wasserdruckmotoren:		Wohnhaus für Kleinindustrielle . . . . .	136
Dreicylinder . . . . .	108	Zerstäubungsvorrichtung . . . . .	67 ff., 75
Zweicylinder . . . . .	109	Ziegelsteinfundament . . . . .	44
Wasser, gepresstes, zur Kraft-		Zweicylinder - Wasserdruck-	
übertragung . . . . .	17, 101, 104 ff.	motoren . . . . .	109
Wasserräder . . . . .	14	Zweitaktmotoren . . . . .	26
Wassersäulmaschinen . . . . .	14		







S - 98







WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

5375

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000294753