

Lipowitz.
Bewegungs-
Maschinen.
1861.

Mech.
384

M
3

24/11. 00.

Lenoir's und Ericsson's

NEUE

BEWEGUNGS-MASCHINEN

UND

Testud de Beauregard's

VERBESSERTER

DAMPFGENERATOR.

Nach eigener Anschauung beschrieben und durch 11 Abbildungen erläutert

von

A. LIPOWITZ.

Leipzig

VERLAGSBUCHHANDLUNG VON J. J. WEBER.

1861.

Mechan.

384

BEWEGUNGS-MASCHINEN

DAMPFGENERATOR

DIE

NEUEN BEWEGUNGS-MASCHINEN

UND DER VERBESSERTE

DAMPFGENERATOR.

DE

NEUER BEWEGUNGS-MASCHINEN

UND IHR VERHALTEN

DAMPFGENERATOR

Lenoir's und Ericsson's

NEUE

BEWEGUNGS-MASCHINEN

UND

Testud de Beauregard's

VERBESSERTER

DAMPFGENERATOR.

Nach eigener Anschauung beschrieben und durch 11 Abbildungen erläutert

von

A. LIPOWITZ,

Chemiker und Techniker in Berlin.

I.

Die Gasmachine von Lenoir.

II.

Die kalorische Maschine von Ericsson.

III.

Testud de Beauregard's verbesserter Dampfgenerator.



Leipzig

VERLAGSBUCHHANDLUNG VON J. J. WEBER.

1861.

39804

Lehrbuch der Maschinenlehre

von

BEWEISUNGSMETHODEN

von

Georg Engelke

Lehrer an der

DA M P F O E N B R A T O R

in der Maschinenlehre

von

A. L I P O W I T Z

Lehrer an der

I

Die Gesammtheit von

II

Die Kettische Maschine von

III

Lehrbuch der



Verlag

Verlagsgesellschaft

1881

Seit Kurzem sind drei neue Erfindungen ins Leben getreten, welche bewegende Kraft leicht, billig und gefahrlos erzeugen, und die, nach ihren Anfängen zu urtheilen, berufen scheinen, der allgemeinverbreiteten Dampfmaschine in bestimmten Fällen den Rang in der Industrie streitig zu machen.

Es ist anerkannt, dass die vollkommensten Dampfmaschinen oder Dampferzeuger eine Menge Wärme ungenützt verlieren, statt dass sich dieselbe dem Princip der Wärmetheorie gemäss vollständig in Arbeit umsetzt; so wie wir auch wissen, dass trotz aller Vorsicht und der angewendeten zweckmässigsten Vorrichtungen dennoch Kesselexplosionen nicht zu den Seltenheiten gehören.

Alle diese Uebelstände fallen bei den neuen Erfindungen: der Lenoirschen Gasmachine, der verbesserten Ericssonschen kalorischen Maschine und bei der durch überhitzten Dampf getriebenen Maschine von Testud de Beauregard fort.

Im Princip und System sind die drei Maschinen unter einander ganz verschieden, und die beiden ersten weichen ebenso von der gewöhnlichen Dampfmaschine ab. Alle drei Maschinen aber sind nicht mehr als blosse Versuche oder interessante Modelle anzusehen, sondern sie haben bereits praktischen Eingang in Werkstätten und Fabriken gefunden. Sie versprechen sämmtlich einer grossen Zahl städtischer Industrien, welche

bisher bei theurer Handarbeit beharren mussten, da ihnen zur Aufstellung von Dampfmaschinen selten die Genehmigung ertheilt wurde, eine willkommene und billige Arbeitskraft zu werden.

Folgende Vortheile bieten diese Maschinen gemeinschaftlich dar:

1. Keine grossen Kesselvorrichtungen und Räume sind dazu erforderlich; und die bisherige sorgfältige Ueberwachung derselben fällt fort.
2. Alle hohen und theuren Schornsteine sind überflüssig, der gewöhnliche Schornstein eines Hauses oder ein russisches Rohr genügt, um die geringen Feuer- oder Dampf-gase abzuführen.
3. Nur kleine Räume sind zur Aufstellung der Maschinen nöthig, und sie können daher selbst von Gewerbetreibenden, welche zur Miethe wohnen, überall aufgestellt, und wie ein gewöhnliches Möbel transportirt werden.
4. Kein Wasser oder nur geringe Mengen werden zum Betrieb der Maschine oder zur Kühlung erfordert.
5. Jede Gefahr einer Explosion oder Zerstörung ist beseitigt, weshalb die Aufstellung dieser Maschinen keine andere polizeiliche Genehmigung erheischt, als die zur Koncessionirung eines Küchenheerdes erforderlich ist.
6. Ein kleines Anlagekapital reicht zur Anschaffung der Maschine hin.
7. Keine so sorgfältig geschulte Ueberwachung der Maschinen ist erforderlich, da Jeder leicht die wenigen Handgriffe zu ihrem Betriebe kennen lernt.
8. Die Abnutzung scheint nach den bisher gemachten Erfahrungen nicht grösser zu sein, als die der gewöhnlichen Dampfmaschinen.

9. Im Vergleich mit Dampfmaschinen stellt sich nach genauen Versuchen eine gleiche Kraft mit diesen Maschinen weit billiger her.
10. Ferner bieten diese Maschinen noch ausserdem entweder warme Luft zum Heizen oder Trocknen, oder warmes Wasser zu andern technischen Zwecken dar.
11. Endlich haben sie den grossen Vortheil, nur während der Zeit ihrer Thätigkeit eine Speisung zu beanspruchen, und dafür eine aequivalente Arbeitskraft zu liefern.

Gewiss erkennt Jeder die grossen Vortheile, welche im wohlverstandenen volkswirthschaftlichen Interesse durch Begründung der Handwerkerassocationen, der Vereins- und Darlehnskassen hervorgerufen wurden. Nur diejenigen Gewerbe blieben von dem dadurch erreichbaren Nutzen ausgeschlossen, denen jene billige und starke Arbeitskraft fehlte, welche jede grosse Fabrik in der Dampf- und Wasserkraft fand. Die theure Handarbeit, die der Gewerbetreibende oft nur für Stunden des Tages braucht, war er bisher nicht im Stande zu ersetzen, und er konnte somit der Massenproduktion der Fabriken keine Konkurrenz machen.

Anders gestaltet sich jetzt die Sache, wo der Gewerbsmann mit geringen Mitteln eine Kraftmaschine erwerben kann, welche an jedem beliebigen Ort des Hauses aufgestellt, zu jeder Zeit in wenigen Minuten in Gang gesetzt ist, und die so lange mit dem grössten Nutzeffekt arbeitet, als ihre Kraft erforderlich ist, und auch nur so lange Speisung bedarf.

Wir haben uns bei Beschreibung der nachfolgenden Maschinen vorzugsweise auf eigene Versuche und Beobachtungen gestützt und Alles erwogen, was zur richtigen Erkenntniss und Beurtheilung dieser neuen Betriebskräfte beiträgt, damit jeder Gewerbetreibende sich leicht ein Urtheil selbst bilden kann, um die für seinen Betrieb geeignetste Maschine wählen zu können.

Dem Maschinenbauer dürften diese Mittheilungen wohl auch willkommen sein, da sie das Wesentlichste enthalten, was zur richtigen Erkenntniss des Princips dieser Maschinen gehört und wonach er gestützt auf die bekannten Gesetze: des Luftdrucks, der Ausdehnung und Kondensation der Gase durch Wärme und Kälte, der Dampfentwicklung und dergleichen im Stande sein wird, sich selbst die Zeichnungen zur praktischen Ausführung zu konstruiren.

und dafür eine entsprechende Anweisung zu liefern
Gewiss erlaubt jeder die grösste Freiheit, welche im
wohlverstandenen Interesse der Kunst durch die
Erfindung der Handwerksmaschinen, der Vorzüge und Vor-
theile hervorgebracht worden. Nur diejenigen Gewerbe
bleiben von dem dadurch erreichbaren Nutzen ausgeschlossen,
denen eine billige und starke Arbeitkraft fehlte, welche jede
grosse Fabrik in der Dampf- und Wasserkraft fand. Die theure
Handarbeit, die der Gewerbetreibende oft nur für Stunden des
Tages braucht, war er bisher nicht im Stande zu ersetzen, und
er könnte somit der Massenproduktion der Fabrik keine Kon-
kurrenz machen.
Andererseits hat sich trotz der Sorge, die der Gewerbetreibende
mit seinem Mittel eine weitgehende Konkurrenz kann, welche
in jeder Hinsicht der Ort des Hauses entgegensteht, zwischen Zeit
zu weilen Stunden in dem Gange ist, und die so lange mit
dem gewöhnlichen Mittel als die Kraft erforderlich ist,
und noch nur so lange Spannung bedarf.
Wir haben uns bei Beschreibung der nachstehenden Maschi-
nen vorzugsweise auf eigene Versuche und Beobachtungen
gestützt und Alles erweisen, was zur richtigen Erkenntniss und
Beschreibung dieser neuen Erfindung beiträgt, damit jeder
Gewerbetreibende sich leicht ein Urtheil selbst bilden kann,
wie die für seinen Betrieb vortheilhafte Maschine wählen zu
kann.

I.

Die Lenoirsche Gasmaschine.

Herr Lenoir in Paris, welcher sich bereits durch seine galvanoplastischen Arbeiten einen Ruf erworben, hat in neuerer Zeit die Aufgabe zu lösen gesucht, mit einer Mischung von Kohlenwasserstoff (Leuchtgas) und atmosphärischer Luft einen Cylinder zu speisen und durch Entzündung dieses Gemisches mittelst eines elektrischen Funkens in dem Cylinder einen Kolben ebenso wie in einem Dampfmaschinen-cylinder in Bewegung zu setzen.

Diese Art der Krafterzeugung schwebte denjenigen vor, die sich bereits vor ihm bemühten, explodirende Gemische von Gasarten, die explodirende Kraft chemischer Präparate und des Schiesspulvers, die plötzliche Entwicklung condensirter Kohlensäure oder komprimirter Luft zur Bewegung von Maschinen zu brauchen. Herrn Lenoir ist dies vollständig geglückt, es arbeiten in Paris nach seinem System gebaute Maschinen bis zu mehreren Pferdekräften, und erregen die Bewunderung aller Sachkenner. Es konnte daher nicht fehlen, dass zahlreiche Berichte, und auch solche mit Abbildungen versehen, dem wissbegierigen Publikum zugingen; wir haben Gelegenheit genommen, sie alle durchzusehen und verkennen den guten Willen einzelner Berichterstatter nicht, die Sache zu empfehlen, von einer Erklärung der Hauptvorgänge dieser Maschine, d. h.

die Art der Speisung und den Kolbenhub nachzuweisen, haben wir Nichts gefunden. Dies bewog uns, auf eigene Versuche oder Untersuchungen gestützt, ein richtiges Bild der ganzen Maschine und ihrer Wirkung zu geben.

Wir schicken noch voraus, dass wenn wir auch nicht den enthusiastischen Ausspruch und die Uebertreibung einer jüngst in Leipzig erschienenen Brochure von wenigen Seiten: „Die Dampfkraft durch die Wasserkraft ersetzt“, theilen, deren ganzer Inhalt nur aus den bisher veröffentlichten unvollkommenen Berichten über die Lenoirsche Maschine zusammengestellt ist, welcher diese Maschine als die „wichtigste Erfindung unseres Jahrhunderts ausgiebt und die Dampfkraft bereits als verdrängt und überwunden ansieht“, so verkennen wir nicht, dass der Gasmaschine eine grosse Zukunft bevorsteht.

Denken wir uns, irgend ein Knallgas, z. B. aus Wasserstoffgas und Sauerstoffgas gemischt, befindet sich in einem geschlossenen Raum und wird durch einen elektrischen Funken entzündet, so wird, wenn eine genügende Menge Sauerstoff vorhanden war, das ganze Wasserstoffgas verbrannt sein, und ein Volum Sauerstoff und zwei Volum Wasserstoffgas haben sich zu Wasser vereinigt. Im Moment der Entzündung, welche sich durch das ganze Gasgemenge fortsetzt, wird dasselbe glühend heiss und die Gase nehmen mit Blitzesschnelle einen viel Mal grösseren Raum als vorher ein. Sind die Wandungen des geschlossenen Raumes oder des Gefässes nicht stark genug, so werden sie zertrümmert, wie sich dies in chemischen Laboratorien schon oft ereignet hat. Ist hingegen die Verbindung vor sich gegangen, ohne dass das geschlossene Gefäss zertrümmert ist, so entsteht natürlich durch gleich darauf erfolgende Kondensation der so entstandenen geringen Menge Wasserdampf ein fast luftleerer Raum, und bringen wir jetzt das geschlossene Gefäss in Wasser oder Quecksilber, so treten diese mit Vehemenz herein und füllen dasselbe. Die Gefährlichkeit des Knallgases aus Wasserstoffgas und Sauerstoffgas, d. h. dessen plötz-

liche und vehemente Ausdehnung und die schnelle Kondensation werden es schwerlich geeignet zur Krafterzeugung machen, wie auch dessen Preis zu hoch sein dürfte. Nun giebt es aber andere, billigere Gase, welche, mit atmosphärischer Luft gemischt, in welcher bekanntlich dem Volumen nach cirka ein Fünftel Sauerstoff enthalten ist, ebenfalls ein Knallgas liefern und welches, entzündet, dieselbe Erscheinung, nur nicht so heftig, zeigt. Zu diesen Gasen zählt: das gewöhnliche Leuchtgas. Wir wissen, wie oft schon Explosionen aus Unvorsichtigkeit entstanden sind, wenn Leuchtgas frei in Räumen ausströmte, sich mit der atmosphärischen Luft mischte und ein explosives Gemisch erzeugte, welches dann, durch ein zufällig hineingebrachtes Licht entzündet, im ganzen Raum Fenster, Thüren und Wände durch die plötzliche Ausdehnung herausdrückte.

Da das Leuchtgas aus verschiedenen brennbaren Gasarten in sehr wechselnden Verhältnissen besteht, welches wesentlich schweres Kohlenwasserstoffgas als das eigentlich leuchtende Princip, dann leichtes Kohlenwasserstoff-, Wasserstoff- und Kohlenoxydgas enthält, so werden diese Gase unter Sauerstoffzutritt verbrannt und höher oxydirt.

Der Wasserstoff verbindet sich mit Sauerstoff zu Wasser und der Kohlenstoff und das Kohlenoxyd zu Kohlensäure. Das entstandene Wasser nimmt einen 2000 Mal kleineren Raum ein als die es konstituierenden Gasarten Sauerstoff und Wasserstoff. Der Kohlenstoff der Verbindungen, welcher in Dampfform darin vorhanden ist, verbrennt zu Kohlensäure, die gasförmig einen gleichen Raumgehalt des verbrauchten Sauerstoffs einnimmt.

Wir haben zur bessern Uebersicht nachstehend in einer Tabelle in erster Reihe die Bestandtheile des gereinigten Leuchtgases aufgeführt, in zweiter Reihe das quantitative Verhältniss derselben dem Volumen nach angegeben, in dritter den Verbrauch von Sauerstoffvolumen aus der Luft zur Verbrennung, und in vierter Reihe die nach der Verbrennung übrig bleibenden Volumina.

Bestandtheile.	in Raumtheilen angegeben.	Sauerstoffverbrauch beim Verbrennen in Raumtheilen.	Restverbleib nach der Verbrennung oder Verpuffung.
1. Schweres Kohlenwasserstoffgas od. homol. Kohlenwasserstoffe.	8.	24.	16 Volum Kohlensäure und kondensirtes Wasser.
2. Leichtes Kohlenwasserstoffgas (Sumpfgas).	35.	70.	35 Volum Kohlensäure und kondensirtes Wasser.
3. Wasserstoffgas.	46.	23.	kondensirt. Wasser.
4. Kohlenoxydgas.	7.	3,5.	7 Volum Kohlensäure.
5. Stickstoff und Kohlensäure u. dergl. bei der Verbrennung neutrale Gase.	4.	„	4 Volum.
	100.	120,5.	62 Volum.

Diese Tabelle ergibt, dass durchschnittlich 100 Volum Leuchtgas 120,5 Volum Sauerstoff beim Verbrennen bedürfen und dann in Stelle von 220,5 Volum nur 62 Gasvolum nach der Verbrennung zurücklassen.

Da in der atmosphärischen Luft nur 21% Sauerstoff enthalten sind, so würden 100 Leuchtgas ungefähr 600 Volum Luft zur Verbrennung bedürfen und es bleiben jene 62 Gasvolum und 380 Volum Stickstoffgas, im Ganzen also 442 Volum übrig.

Wir erwähnten schon früher, dass beim Verpuffen von verbrennbaren Gasen mit reinem Sauerstoffgas eine sehr heftige Explosion stattfindet, dass sie aber gemässiger ist, wenn der Sauerstoff in der atmosphärischen Luft enthalten war und somit fast vier Theile Stickstoffgas beigemischt enthält, wodurch die schnelle und vehemente Verpuffung gemässigt wird.

Es wird dieser schnelle und vehemente Verbrennungsprozess noch weiter gemindert, wenn ein Ueberschuss von atmosphärischer Luft beigemischt ist. Wir können diesen Fall sehr gut mit Schiesspulvermischungen vergleichen. Man hat Pulvermischungen, z. B. aus chlorsaurem Kali, Schwefel und Kohle komponirt (Bertholletsches Pulver), welche so momentan und heftig verbrennen, dass sie sich nicht die Zeit nehmen, die Kugel aus dem Laufe zu treiben, sondern diesen zertrümmern.

Aehnliches thut die Schiessbaumwolle und andere chemische Präparate, sie sind den Gemischen von brennbaren Gasen mit reinem Sauerstoff zu vergleichen.

Anders verhält sich unser gewöhnliches Schiesspulver, welches aus Kohle, Salpeter und Schwefel besteht und eine gewisse Zeit zum Verbrennen bedarf, welche wir noch weiter aufhalten können, wenn wir dasselbe mit mehr Kohlenpulver wie in unsern langsam verbrennenden Feuerwerkskörpern mischen.

Wenn sonach unsre Leuchtgasluft, mit atmosphärischer Luft von 1 zu 6 gemischt, kein so explosives Gasgemenge liefert, als mit reinem Sauerstoff, so ist dasselbe immer noch gefährlich genug, und würde namentlich Cylinder von einiger Dimension und nicht zu grosser Stärke zu sprengen im Stande sein. Diese Explosivkraft nimmt jedoch mit jedem mehr zugegebenen Volum atmosphärischer Luft ab, wie man sich einfach durch Verpuffung solcher Gemenge im Eudiometer über Quecksilber überzeugen kann. Gemenge von 1 Volum Leuchtgas und 9 Volum atmosphärischer Luft sind bereits so gefahrlos, dass sie in dünnwandigen Glasröhren, welche mit Quecksilber abgesperrt sind, durch den elektrischen Funken vorgenommen werden können. Mischungen von 1 zu 15 und wie Lenoir angiebt 1 zu 19 d. h. 5% Leuchtgas und 95% atmosphärischer Luft können somit in Eisencylindern keine nach aussen hin sich fortpflanzende Explosion bewirken.

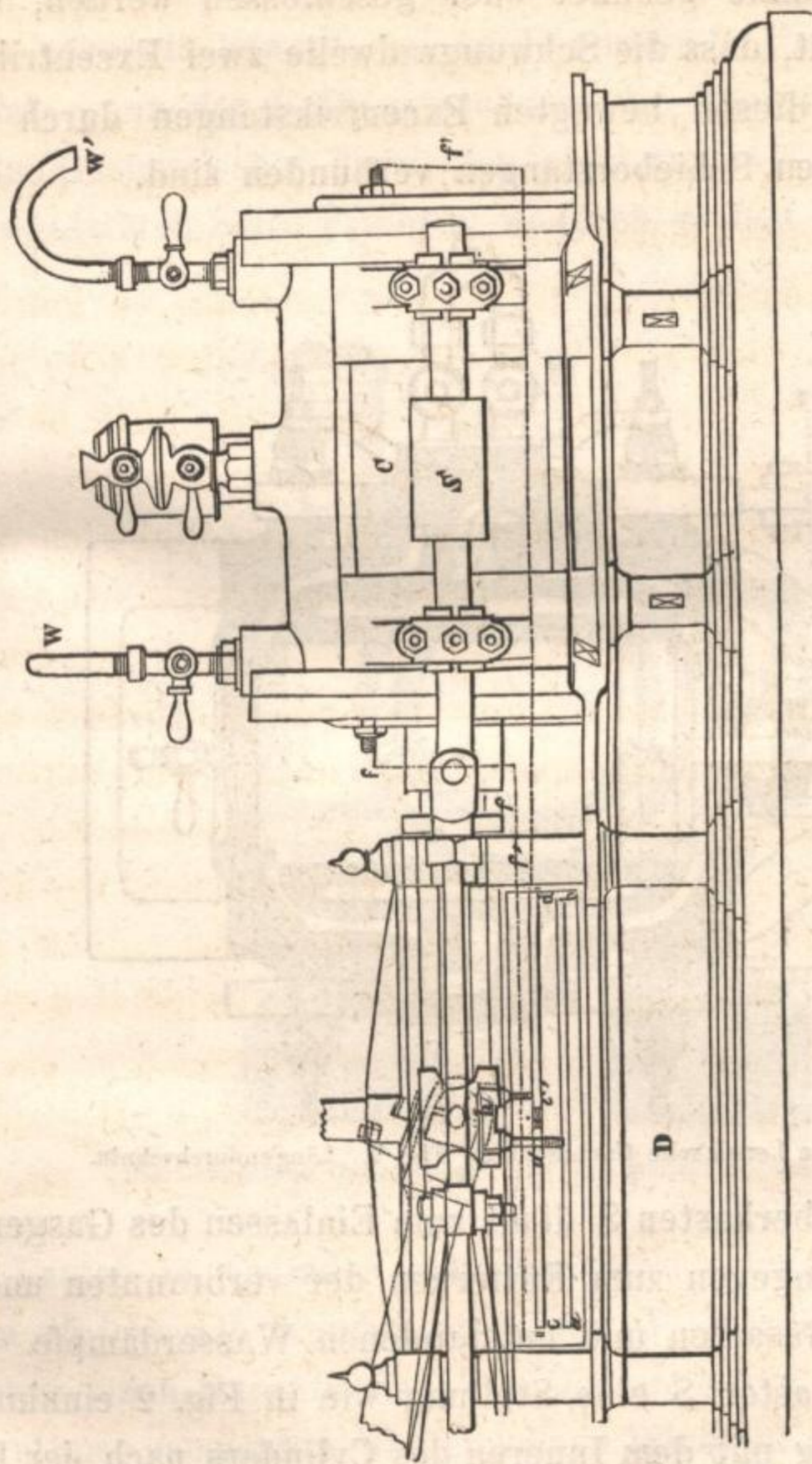
Die Wirkung dieser Gasgemische, welche wir verdünnte nennen wollen, bleibt ganz auf das Innere der Räume beschränkt, in denen sie eingeschlossen sind und sie äussert sich in folgen-

der Art, wie wir dies bei aus Glas zusammengestellten Apparaten beobachtet haben. Bei der Entzündung durch den zwischen Spitzen überspringenden elektrischen Funken wird das Gasgemenge zuerst durch die entstehende Verbrennung ausgedehnt und treibt z. B. in einem auf einer Seite geschlossenen Glasrohr, welches halb mit Gas und halb mit Quecksilber gefüllt ist, dieses letztere bei erfolgter Entzündung zum offenen Ende des Rohrs hinaus, sofort aber kondensirt sich im Rohr der heisse Wasserdampf zu Wasser, welches so gut wie gar keinen Raum einnimmt, und das Quecksilber tritt jetzt mit Schnelligkeit in das Rohr zurück und füllt nicht blos seinen früher eingenommenen Raum, sondern auch den der verschwundenen Gasvolumina. Die Wirkung der explodirenden Gasarten ist somit zuerst eine ausdehnende und dann eine zusammenziehende; und ein Kolben in einem Cylinder wird daher vom explosiven Gasgemenge zuerst vorwärts gedrängt und dann nach Kondensation der Wasserdämpfe noch weiter zurückgehen, als sein Standpunkt im Cylinder vor der Explosion war. — Nach dieser Vorbesprechung, welche das Wesentlichste der Kraftentwicklung der Lenoir'schen Bewegungs-Maschine enthält, wird die Erklärung der Maschine selbst keine Schwierigkeit darbieten.

Fig. 1 stellt die Maschine in einer Seitenansicht dar, Fig. 2 zeigt einen horizontalen Längendurchschnitt des Cylinders und Fig. 3 einen Querdurchschnitt desselben. Gleiche Buchstaben bezeichnen überall gleiche Maschinentheile.

C ist ein von allen Seiten geschlossener, liegender Cylinder, worin der Kolben K sich befindet, dessen Stange durch den Deckel des Cylinders luftdicht in einer Stopfbüchse geht, und an ihrem freien Ende einen Kreuzkopf trägt, durch den, wie bei einer gewöhnlichen horizontal liegenden Dampfmaschine, die Verbindung mit der Pleystange und dem Krummzapfen hergestellt ist, um die alternirende Kolbenbewegung in eine gleichförmige rotirende Bewegung der Maschine zu verwandeln. Auf der vom Krummzapfen bewegten Hauptaxe liegt zugleich das

Schwungrad, welches den ungleichartigen Gang der Maschine ausgleicht, und die Riemscheibe, welche die Kraft auf die Arbeitsmaschinen überträgt. Die Gradführung der Kolbenstange

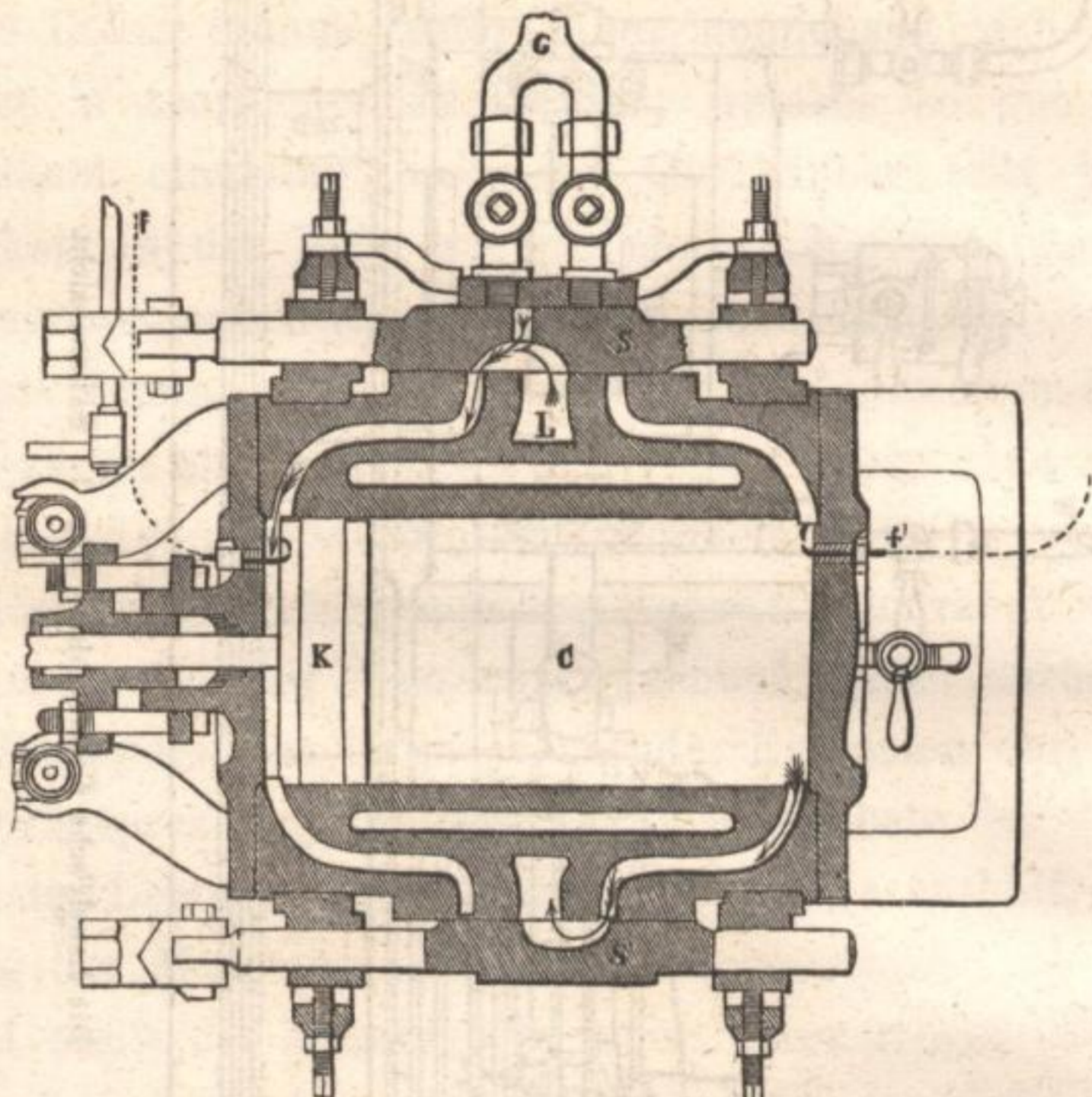


Die Lenoir'sche Gasmachine. Fig. 1. Seitenansicht

wird dadurch erreicht, dass der Kreuzkopf der Kolbenstange sich zwischen den Geleitstücken bewegt, die sich zwischen den vier Säulchen des Gestelles D befinden.

An den Seiten des Cylinders, Fig. 2, im Durchschnitt gezeichnet und von Oben gesehen, befinden sich zwei Schieber-

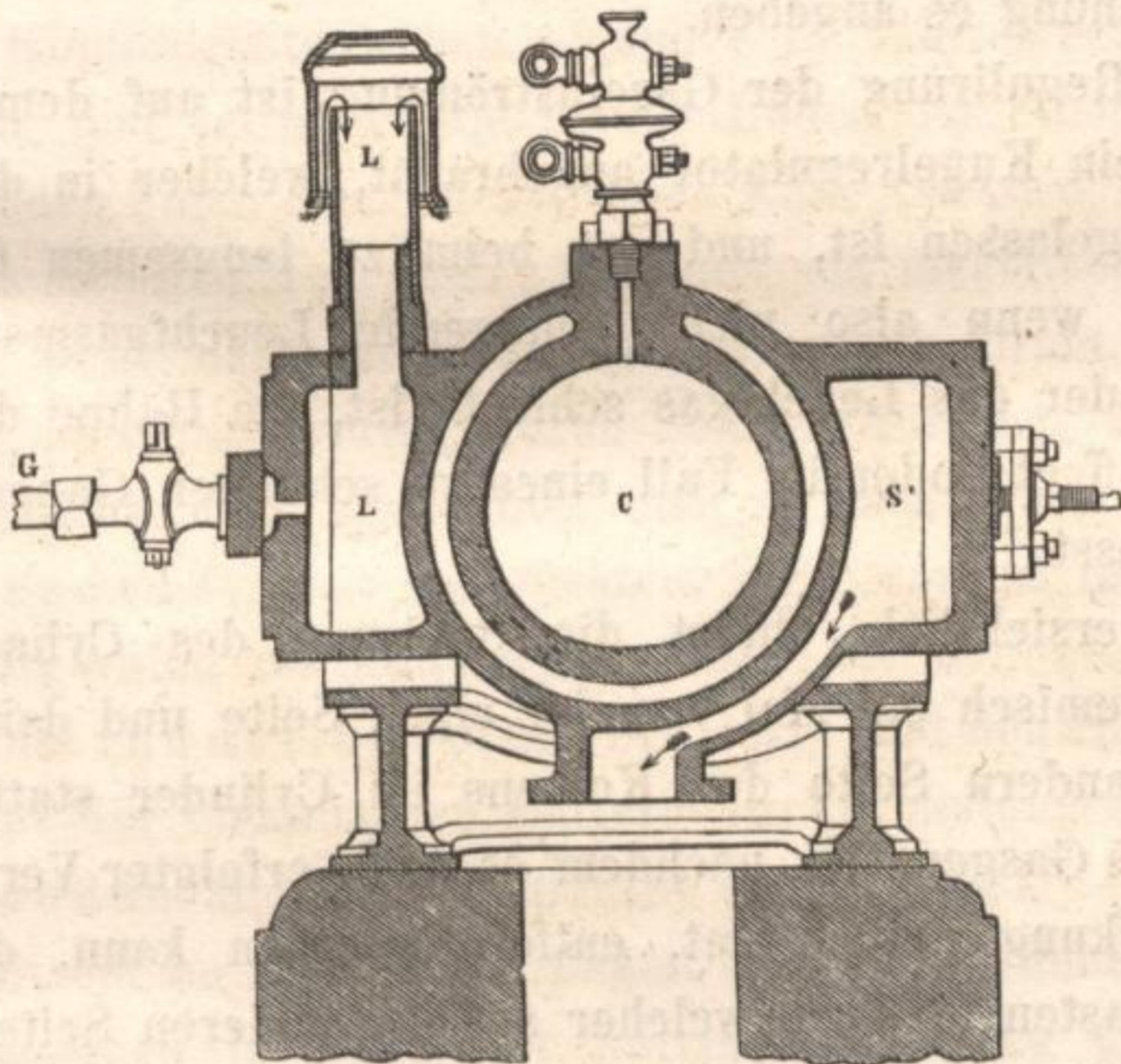
kasten S und S', welche luftdicht, einer auf jeder Seite, am Cylinder gleiten. Das Hin- und Hergehen dieser Schieberkasten, wodurch die nach dem Deckel oder dem Boden des Cylinders führenden Kanäle geöffnet oder geschlossen werden, wird dadurch erreicht, dass die Schwungradwelle zwei Excentriks trägt, und die von diesen bewegten Excentrikstangen durch Gelenke mit den beiden Schieberstangen verbunden sind.



Die Lenoir'sche Gasmaschine. Fig. 2. Längendurchschnitt.

Der Schieberkasten S dient zum Einlassen des Gasgemisches und der S' hingegen zum Entfernen der verbrannten und nicht verbrannten Gasarten und entstandenen Wasserdämpfe. Sobald der Schieberkasten S eine Stellung wie in Fig. 2 einnimmt, ist die Verbindung mit dem Inneren des Cylinders nach der Deckel-seite hin hergestellt, und es tritt das Gas, welches durch das gabelförmig getheilte Rohr G zuströmt, hier ein. Dieser Schieberkasten mag nun eine Stellung einnehmen, welche er will, so ist dessen innere Oeffnung stets mit dem weiten Rohr L und dadurch mit der atmosphärischen Luft in Verbindung,

welches, wie Fig. 3 zeigt, auf dem Cylinder aufsitzt. Sowohl das Gas aus G als auch die Luft durch L kann nicht durch den eignen Druck in den Cylinder treten, sondern nur dadurch, dass der Kolben, wenn er die Stellung wie in Fig. 2 hat, sich vorwärts bewegt und beide einsaugt. Dies erfolgt aber jedes Mal, wenn der Kolben, nachdem die Explosion (Verbrennung) des Gasgemisches durch den elektrischen Funken auf der entgegengesetzten Seite erfolgte, wodurch er fast bis zum Ende



Die Lenoir'sche Gasmaschine. Fig. 3. Querdurchschnitt.

seines Laufes im Cylinder getrieben wird, nun durch die momentan eintretende Kondensation der Wasserdämpfe und des verschwundenen Gasantheils einen leeren Raum vorfindet, und daher ebenso momentan wieder seinen Rücklauf antritt, und bis zur Mitte des Cylinders vorgeht. Das weite Rohr L ist ausserdem noch mit einer Haube bedeckt, damit von dem Gasgemisch im Schieberkasten nicht leicht etwas verloren gehen kann.

Die Regulirung der Gaseinströmung in den Cylinder findet durch die Hähne des gabelförmig getheilten Gasrohrs G statt.

Bekanntlich strömen Gase aus engen Oeffnungen je nach dem grösseren oder geringeren specifischem Gewicht langsamer oder schneller ein und aus, und es muss daher für das einströmende Leuchtgas der Hahn so gestellt sein, dass, während der Kolben bis zur Mitte des Cylinders vorgeht, vom Gase nur 5 Proc., oder soviel man bestimmt hat, eingesogen wird. Die übrigen fehlenden Procente atmosphärischer Luft werden durch L eingesogen. Beide mischen sich in der Kammer L und strömen dann durch den Kanal in den Cylinder, wie die Pfeile der Zeichnung es angeben.

Zur Regulirung der Gaseinströmung ist auf dem Gestelle D noch ein Kugelregulator angebracht, welcher in der Zeichnung fortgelassen ist, und der beim zu langsamen Gang der Maschine, wenn also nicht genügende Leuchtgasmengen zuströmen oder das Leuchtgas schlecht ist, die Hähne des Rohrs G mehr öffnet; oder im Fall eines zu schnellen Ganges dieselben schliesst.

Wie ersichtlich, findet die Speisung des Cylinders mit dem Gasgemisch ein Mal von der einen Seite und dann wieder von der andern Seite des Kolbens im Cylinder statt. Damit jedoch das Gasgemisch, nachdem es nach erfolgter Verbrennung seine Wirkung gethan hat, entfernt werden kann, dient der Schieberkasten S' dazu, welcher auf der anderen Seite des Cylinders liegt. Derselbe schliesst, wie die Zeichnung Fig. 2 andeutet, nach der Seite, von wo das Gasgemisch einströmt, den Cylinder nach Aussen ab und setzt dessen Inneres mit der äusseren Luft auf der entgegengesetzten Seite des Kolbens in Verbindung. Die Wasserdämpfe und die verbrannten und nicht verbrannten Gase, welche nach erfolgter Verbrennung übrig bleiben, werden durch den vorrückenden Kolben ein Mal an dem einen Ende und dann am anderen Ende des Cylinders durch die Oeffnung, welche durch Verschiebung des Schieberkastens S entsteht, wie die Pfeile in der Zeichnung andeuten, herausgedrückt. Sie entweichen unterhalb des Cylinders mit einem

Geräusch, welches dem des abgehenden Dampfes einer Hochdruckmaschine zu vergleichen ist.

Auf dem Gestelle D befindet sich bei der Lenoir'schen Maschine zugleich die Vorrichtung, welche die Entzündung zur richtigen Zeit regulirt. Die Entzündung selbst wird durch einen elektrischen Funken, den sogenannten Induktionsfunken, bewirkt, zu dessen Erklärung wir Nachstehendes bemerken.

Wickelt man über eine Holzspule zwei mit Seide überspinnene Kupferdrähte neben einander in zahlreichen Umwindungen auf, und verbindet die beiden Enden des einen Drahtes mit den beiden Polen einer elektrischen Kette, so wird in diesem Draht, den man den Hauptdraht nennt, ein elektrischer Strom cirkuliren, ohne dass er direkt in den andern Draht, welcher, wie schon angeführt wurde, durch Seide isolirt ist, übertreten kann. Dennoch aber beobachtet man in dem zweiten Draht, dem Nebendraht, dass ein elektrischer Strom in ihm gleichfalls hervorgerufen ist und nennt diese Art der elektrischen Erregung die Induktionselektricität, und den Hauptdraht, welcher mit der elektrischen Batterie in Verbindung steht, den inducirenden und den Nebendraht den inducirten Draht.

Den Strom im Nebendraht nimmt man wahr, wenn man die Enden desselben in geeigneter kurzer Entfernung gegenüberstellt und dann den elektrischen Strom im Hauptdraht unterbricht; in diesem Augenblick springt zwischen den Enden des Nebendrahtes ein Funken über, ein Gleiches findet statt, wenn der Hauptdraht wieder geschlossen wird. Diesen Funken nennt man den Induktionsfunken.

Es ist hierbei nicht nöthig, dass sich der Hauptdraht und der Nebendraht auf einer Spule neben einander aufgerollt befinden. Ebenso gut kann zuerst der isolirte Hauptdraht aufgewickelt werden und darüber der isolirte Nebendraht, oder, was dasselbe ist, es kann der stärkere Hauptdraht auf einer Spule aufgewickelt sein, welche in eine andere Spule, wor-

auf der schwächere Nebendraht aufgewunden ist, eingeschoben wird.

Um kräftige und starke Funken zu erzeugen, fertigte zuerst der deutsche Mechaniker Ruhmkorff in Paris in vergrösserten Dimensionen Induktionsapparate, welche man Funkeninduktoren nannte. Diese Funkeninduktoren wurden zu interessanten elektrischen Versuchen benutzt und fanden auch in der Kriegskunst praktische Anwendung, indem sie zum Entzünden der Minen benutzt werden, und jetzt in ähnlicher Art zum Entzünden des Gasgemisches in den Lenoir'schen Maschinen dienen.

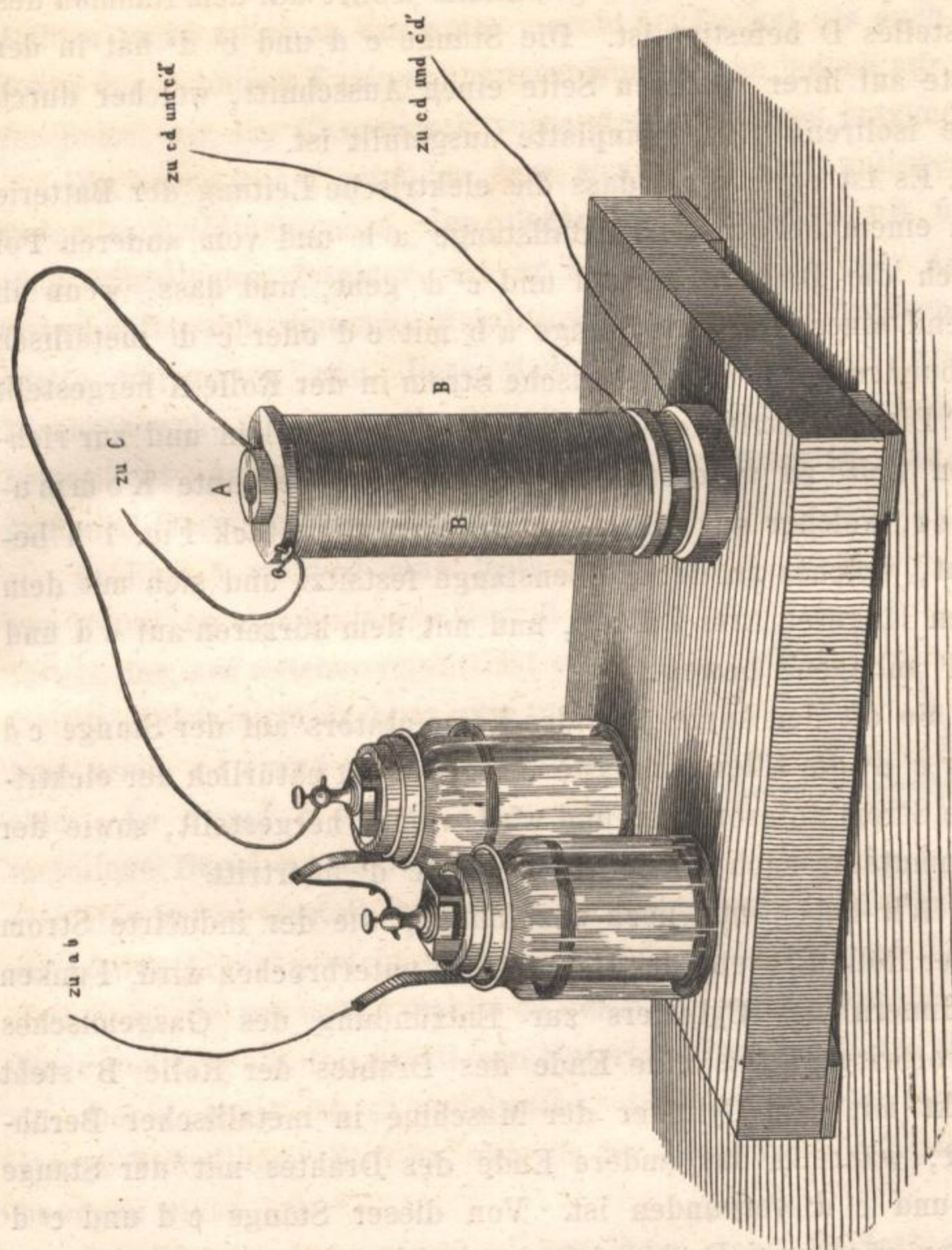
In Fig. 4 ist der elektrische Apparat dargestellt, wie er auch zum Betrieb der grössten Lenoir'schen Maschinen ausreicht. Die innere Spule A enthält die Hauptspirale aus zwei Millimeter dickem übersponnenen Kupferdraht bestehend, welcher in vier Lagen über einander mit etwa 80 Windungen aufgewickelt ist. Ueber diese Hauptspirale ist die Nebenspirale B aufgeschoben, welche einen nur ein Drittel Millimeter starken, in etwa dreissig Lagen über einander und in 500 Windungen neben einander aufgewickelten übersponnenen Draht enthält.

Den elektrischen Strom herzustellen genügen zwei kleine etwa 6 Zoll hohe Bunsensche Kohlen-Zinkelemente, deren Beschaffenheit und Füllung als bekannt vorausgesetzt wird. Wir bemerken nur, dass wir den Elementen, welche im Thoncyylinder ein oblonges, mehr breites als starkes Kohlenstück an einer Klemmschraube enthalten, den Vorzug einräumen.

Sind die beiden Pole dieser kleinen Batterie mit den Drahtenden der Rolle A verbunden und wird die Verbindung aufgehoben, so springen an den Drahtenden des inducirten Drahtes der Rolle B Funken in 4 bis 6 Linien Entfernung über, welche Schiesspulver, Schiesswolle, Knallgas, und das besprochene Gasgemisch mit Leichtigkeit entzünden.

Damit nun aber dieses Oeffnen und Schliessen der elektrischen Batterie stets rechtzeitig durch die Maschine selbst er-

folgt, hat Herr Lenoir folgende Einrichtung getroffen, welche auf einem besonderen Rahmen des Gestells D sich befindet. Es



Die Lenoir'sche Gasmachine. Fig. 4. Der elektrische Apparat.

stellt a b in Fig. 1 eine Metallstange dar, welche auf einem Rahmen isolirt befestigt ist.

Mit dieser Stange befindet sich der eine Pol der elektrischen Batterie mittelst eines Drahtes im Kontakt, der zweite Pol der Batterie steht jedoch mit einem Drahtende des Drahtes

der Rolle A in Verbindung. Das zweite Drahtende der Rolle A führt zu der Stange $c d$ und $c' d'$, welche oberhalb von $a b$ mit dieser parallel geht, und gleichfalls isolirt auf dem Rahmen des Gestelles D befestigt ist. Die Stange $c d$ und $c' d'$ hat in der Mitte auf ihrer vorderen Seite einen Ausschnitt, welcher durch eine isolirende Elfenbeinplatte ausgefüllt ist.

Es ist ersichtlich, dass die elektrische Leitung der Batterie von einem Pol zu der Metallstange $a b$ und vom anderen Pol durch die Rolle A zu $c d$ und $c' d'$ geht, und dass, wenn an irgend einer Stelle die Stange $a b$ mit $c d$ oder $c' d'$ metallisch verbunden wird, der elektrische Strom in der Rolle A hergestellt ist. Diese elektrische Kommunikation herzustellen und zur richtigen Zeit zu unterbrechen, dient der sogenannte Kommutator, welcher aus einem metallischen Gleitstück Fig. 1 h besteht, welches an der Kolbenstange festsetzt und sich mit dem einen längeren Arm auf $a b$, und mit dem kürzeren auf $c d$ und $c' d'$ anliegend bewegt.

So oft der kurze Arm des Kommutators auf der Stange $c d$ oder $c' d'$ die Elfenbeinplatte c schleift, ist natürlich der elektrische Strom unterbrochen und wird wieder hergestellt, sowie der Kommutator nach der Seite $c d$ oder $c' d'$ übertritt.

Wir haben nun noch anzuführen, wie der inducirte Strom in der Rolle B, wenn der Hauptstrom unterbrochen wird, Funken im Innern des Cylinders zur Entzündung des Gasgemisches hervorbringt. Das eine Ende des Drahtes der Rolle B steht direkt mit dem Cylinder der Maschine in metallischer Berührung, während das andere Ende des Drahtes mit der Stange $c d$ und $c' d'$ verbunden ist. Von dieser Stange $c d$ und $c' d'$ führen aber zwei Drähte $f f'$ durch Glasröhren isolirt direkt in den Cylinder; der eine Draht f führt in den Deckel und der zweite f' in den Boden des Cylinders, wie Fig. 2 deutlich an giebt, und enden hier in kleinen kurz seitlich gebogenen Spitzen aus Platindraht. Diesen Spitzen gegenüber sind ganz gleiche Spitzen aus Platindraht in den Cylinder eingeschraubt.

Das Schliessen und Oeffnen der Kette und das Ueberspringen der Funken im Cylinder dürfte hiernach leicht selbst erklärlich sein; und es ist nur zu bemerken, dass jedes Mal beim Oeffnen und Schliessen der Kette sowohl am Deckel als auch am Boden des Cylinders Funken überspringen, welche jedoch nur auf der Seite, wo das Gasgemisch vorhanden ist, dieses entzünden.

Wir haben früher gefunden, dass, wenn eine scharf anliegende Feder zum Unterbrechen der elektrischen Leitung, oft über einen eingelegten Isolator, sei er Elfenbein, Holz oder Glas, fortschleift, sich leitende Metalltheilchen auf der isolirenden Platte ablagerten und diese dadurch selbst leitend wurde. Dieses sowohl als auch die Billigkeit und grössere Einfachheit bewog uns, nachstehenden Kommutator für einen im Bau begriffenen Gasmotor zu konstruiren.

In Fig. 5 stellt e eine feste Axe von Metall, an einem kleinen Gestell befestigt, dar, auf welcher mittelst einer kleinen Hülse leicht drehbar zwei metallene Arme, e t r und e u r', angebracht sind. An t und u dieser Arme sind metallene Bügel c t und d u befestigt.

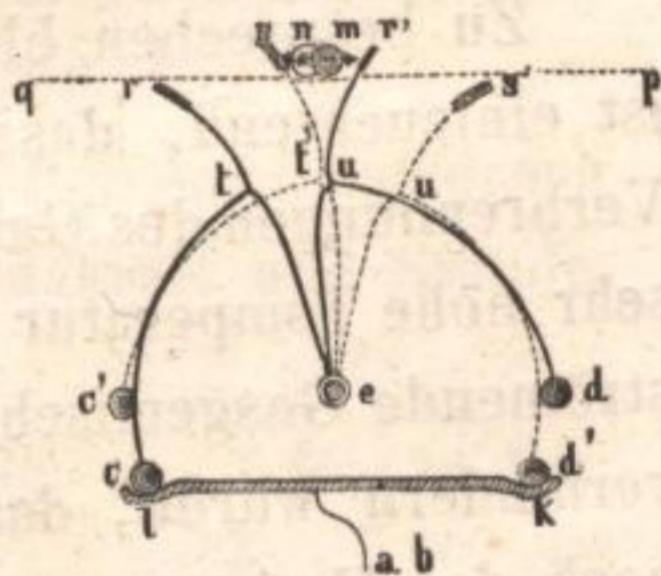


Fig. 5.

Das ganze Gestell muss sich in Bezug auf die Drehaxe e im labilen Gleichgewicht befinden, so dass es sich ganz herum drehen würde, um in das stabile zu gelangen, wenn nicht das eine Ende c oder d auf der metallenen Unterlage l k eine Stütze fände.

Der Apparat ist so angebracht, dass ein an der Kolbenstange befindlicher Stift m sich in der Richtung der Linie q p bewegen muss.

Die Metallunterlage l k ist mit dem einen Poldrahte der galvanischen Kette in leitender Verbindung, sowie die Achse e mit dem andern Drahte derselben.

Bei der Stellung, welche der Apparat in unserer Figur einnimmt, ist die Kette geschlossen; der Strom cirkulirt von der Kette durch die Achse e, durch Arm und Bügel e t c, durch die

Platte l k und geht durch den Draht a b um die Induktionsrolle herum zur Kette zurück.

Tritt also die Kolbenstange in der Richtung q p ihre Bewegung an, so geht der in unserer Figur im Durchschnitt gezeichnete Stift m an r vorbei, trifft r' und legt den Apparat um; die beiden Bügel nehmen nun die in der Figur punktirte Lage c t' s und d' u' s' an.

In dem Augenblick, wo c von l k sich entfernt, wird der Strom unterbrochen, nun springt der Funke an den Drähten der Induktionsrolle über und entzündet das auf der einen Seite des Kolbens eingesogene Gasgemisch. Beim Rückgange der Stange gelangt der Stift nach n und legt den Apparat in die erste Lage zurück, wodurch die Entzündung auf der andern Seite des Kolbens erfolgt.

Zu besprechen bleibt noch die Kühlung des Cylinders. Es ist einleuchtend, dass durch dauernd hinter einander erfolgte Verbrennungen des Gasgemisches im Cylinder, dieser selbst eine sehr hohe Temperatur annehmen muss, welche ein Mal das einströmende Gasgemisch zu stark expandiren und zum andern Male verhindern würde, dass sich die Wasserdämpfe und Gasarten nach der Verbrennung schnell genug kondensiren.

Diesen Uebelstand zu vermeiden, hat Herr Lenoir den Cylinder seiner Maschine noch mit einem Mantel umgeben, Fig. 2 u. 3 sichtbar, welcher der Länge nach um den Cylinder einen Zwischenraum herstellt, der es gestattet, dass, wenn auf einer Seite durch das Rohr W in Fig. 1 Wasser bis zum Boden des Mantel-Cylinders zuströmt, auf der entgegengesetzten Seite aus einem Rohr W' vom oberen Theil des Cylinders das Wasser, nachdem es die Wärme des Cylinders aufgenommen, mehr oder weniger heiss abfließt.

Ohne diese Kühlung ist es unmöglich, die Maschine längere Zeit in Gang zu erhalten. Das heisse Wasser wird für andere industrielle Zwecke zu brauchen sein.

Dieser Apparat des Herrn Lenoir ist kein blosser Versuch

mehr, nicht um nur als Modell in einem physikalischen Cabinet zu dienen, sondern eine wirkliche Maschine von fast vier Pferdekraften, welche in den Werkstätten des Herrn Lévêque, rue Roussele, No. 35, Paris, anhaltend thätig ist, und zum Bewegen von Sägen und Drehbänken zur Bearbeitung von Eisen dient. Ausserdem ist die Lenoir'sche Gasmaschine eine der sparsamsten, selbst bei dem Preise, wie die Pariser Gesellschaften das Leuchtgas liefern (d. h. 50 Proc. theurer, als jeder Industrielle es sich selbst erzeugen kann). Der Verbrauch der Maschine beträgt, wie man uns versichert, einen halben Kubik-Meter Leuchtgas pro Pferdekraft und Stunde, also 15 Centimes bei den Pariser Gaspreisen. Bei einer Maschine von vier Pferdekraften, welche 10 Stunden arbeitet, betragen die Kosten 6 Francs, abgerechnet die Kosten des Kühlwassers und die der elektrischen Säule, welche letzteren sehr unbedeutend sind.

Eine Dampfmaschine von vier Pferdekraften mit Hochdruck braucht 4 bis 5 Kilogramm Kohle pro Pferdekraft und Stunde, für 10 Stunden also

4½ Kilo zum Mittelpreise von 40 Fr. 100 Kilo	7 Fr. 20 Cts.
Ein Heizer pro Tag	3 „ 50 „
Abnutzung des Generators, des Ofens, Zinsen des Erbauungskapitals (300 Fr. pro Pferdekraft) 15	
Proc. von 1200 Fr. auf 300 Tage	0 „ 60 „

Total-Ausgabe pro Tag 11 Fr. 30 Cts.

Ohne die Abnutzung der Maschinerie, die Beschaffung des Wassers bei der einen oder andern Maschine zu berechnen, was sich bei beiden auf gleiche Höhe belaufen dürfte, würde die Ersparniss mit der neuen Maschine 5 Fr. 50 Cts. betragen, bei den gewöhnlichen Leuchtgaspreisen. Stellen sich die Industriellen selbst das Gas her, so dürfte ihnen der Kubik-Meter Gas 15 Cts. kosten. Die Ersparniss würde somit eine noch grössere sein.

In dieser Gasgewinnung zu geringen Preisen liegt die Oekonomie der neuen Erfindung. Versuche sind gemacht worden,

Gas aus einer Mischung von Theer und Wasser, welche durch rothglühende Eisenröhren geht, zu gewinnen. Dieses Gas, bei dem es ja nicht auf Leuchtkraft ankommt, würde ein und einen halben Centime pro Kubik-Meter kosten.

Dann würde die Lenoir'sche Maschine weniger als einen Centime pro Pferdekraft und pro Stunde kosten. Bisher besprachen wir feststehende Maschinen, welche das Gas aus irgend einem Etablissement bezogen, jetzt handelt es sich um Lokomotiven und Maschinen auf Dampfschiffen, wo natürlich das Gas im geringsten Raum untergebracht werden muss. Man kann dies auf zwei Arten bewerkstelligen: entweder komprimirt man das Gas in Reservoirs, was aber gefährlich ist, oder hält es in einer flüssigen Kohlenwasserstoffverbindung wie Benzin oder Photogen in Vorrath, welche man dann verflüchtigt und als Dampf im Cylinder einführt, wo es mit der eingeführten atmosphärischen Luft entzündet wird.

Die Destillation der Theere und des Thonschiefers liefert heutzutage flüchtige Oele in Menge, und das heisse Wasser, welches die Erhitzung des Cylinders hervorbringt, könnte die zum Gange der Maschine nöthigen verflüchtigen. Also statt der Kohle und des Koaks würden die Dampfschiffe und Lokomotiven flüchtige Oele mitnehmen, oder Wasser zersetzen, je nachdem es ihnen vortheilhafter erschiene.

Wir haben mit Photogen und Benzin Versuche angestellt und die glücklichsten Resultate erzielt. Leitet man atmosphärische Luft in Gefässe, welche halb mit obigen Stoffen gefüllt und bis auf 20 bis 25^o C. erwärmt sind, so erhält man je nach den Mischungsverhältnissen verbrennliche explosive Gemische, welche mehr oder weniger schnell im Cylinder verbrennen. Man kann, wenn man reines Benzin nimmt, auch ohne Erwärmung desselben damit geschwängerte Luft entzünden und gleichzeitig in einem Glascylinder mit abgeschliffenem Rande nach der Verbrennung durch Auflegen einer Glasplatte zeigen, wie durch die darauf eintretende Kondensation ein theilweise luftleerer

Raum entstanden ist, indem die Glasplatte durch den äusseren Luftdruck auf dem umgekehrten Cylinder festgehalten wird. Noch besser eignen sich zu diesen Versuchen Gemische aus Benzin oder Photogen mit Aether und Spiritus. Zu beobachten ist nur, dass das Gas oder die Flüssigkeiten, welche in Dampfform verwendet werden, keine Schwefelverbindungen enthalten, da diese bei ihrer Verbrennung schweflige Säure erzeugen, welche sehr bald den Cylinder total zerstören würde. Es ist daher der in Vorschlag gebrachte Schwefelkohlenstoff gar nicht verwendbar.

Was die feststehenden Maschinen anbetrifft, so werden sie, wenn sie nur wenig Gas brauchen, mit Vortheil das Gas der Gasgesellschaften, da ihnen dasselbe gleichmässig gut, zum Gebrauch fertig, geliefert wird, verwenden können.

Der Unterhalt einer Dampfmaschine wird sich je nach den Kosten der Kohlen und Arbeitslöhne überall verschieden herausstellen, selten aber so hoch sein, wie in Paris. Durch die meistens verschiedenen Preise des Leuchtgases wird sich ebenfalls der Kostenpreis des Betriebes einer Lenoir'schen Gasbewegungs-Maschine oft ganz verschieden stellen.

In Berlin z. B. kostet die Tonne Kohlen, ein Gewicht von 350 Pfd., 1 Thlr. 5 Sgr. und das Leuchtgas pro 1000 Kubikfuss 1 Thlr. 17½ Sgr. Die Kosten einer Dampfmaschine von ungefähr vier Pferdekraften werden in 12 Arbeitsstunden betragen:

1. 10 Pfund Kohle für die Pferdekraft und Stunde 480 Pfd.	1 Thlr. 18 Sgr. — Pf.
2. Ein Heizer pro Tag	— „ 15 „ — „
3. Abnutzung, Amortisation und Verzinsung der ganzen Anlage (mit 150 Thlr. pro Pferdekraft gerechnet) 15% von 600 Thlr. — „ 9 „ — „	— „ 9 „ — „
Summa	2 Thlr. 12 Sgr. — Pf.

Die Kosten einer Gasmaschine von gleicher Kraft berechnen sich auf:

1. Für jede Pferdekraft und Stunde ungefähr 15 Kubikfuss Gas ($\frac{1}{2}$ Kubikmeter) macht 720 Kubikfuss	1 Thlr.	4 Sgr.	3 Pf.
2. Ein Aufseher, welcher jedoch auch sonst noch beschäftigt werden kann	— "	15 "	— "
3. Unterhalt von zwei Zinkkohlenelementen — "	2 "	9 "	
4. Abnutzung, Amortisation und Verzinsung der Maschinen-Anlage, welche bei ihrer Einfachheit höchstens auch 600 Thlr. kosten wird, mit 15% berechnet	— "	9 "	— "
<hr/>			
Summa	2 Thlr.	1 Sgr.	— Pf.

Eine Gasmaschine von gleicher Kraft würde sonach in Berlin ungefähr 15% weniger zu unterhalten kosten, als eine Dampfkraft.

Jedoch selten ist das Leuchtgas so billig, als in Berlin, und wir führen daher die Preisberechnungen an, welche Herr H. Dr. Schwarz, der Redacteur des Breslauer Gewerbeblattes, in Nr. 15 d. J., mit Zugrundelegung der Breslauer Gaspreise aufstellt: „Bei einer Dampfmaschine von cirka 4 Pferdekraft braucht man nach Breslauer Preisen pro Tag von 12 Arbeitsstunden:

Kosten 9 Pfd. pro Pferdekraft und Stunde			
432 Pfd., oder die Tonne à 350 Pfd. zu			
25 Sgr.	1 Thlr.	— Sgr.	— Pf.
Einen Heizer pro Tag	— "	15 "	— "
Abnutzung und Verzinsung des Kessels, der Heizeinrichtungen, der Esse; Kesselsteinbeseitigung, Wasserspeisung, Röhrlleitungen 15% der Anlagekosten, à Pferdekraft 125 Thlr. und 500 Thlr., jährlich 75 Thlr. (pro 300 Arbeitstage) daher täglich	— "	7 "	6 "
<hr/>			
Summa	1 Thlr.	22 Sgr.	6 Pf.

Die Lenoir'sche Gasmaschine braucht pro Stunde und Pferdekraft cirka 15 Kubikfuss Gas, also pro Tag 720 Kubikfuss.

Rechnet man die Gaspreise von Breslau von 3 Thlr. 5 Sgr. per 1000 Kubikfuss, so kosten diese 720 Kubikfuss 2 Thlr.

8 Sgr. 4 Pf. und würde demnach der Betrieb der Gasmaschine hier etwa 15 Sgr. täglich mehr als der Betrieb einer Dampfmaschine kosten. Rechnet man indessen, dass die Gasmaschine jeden Augenblick, wo man sie nicht gebraucht, stillgestellt werden kann, und dann keine Spur Gas verbraucht, während das Feuer unter dem Kessel immerfort erhalten werden muss; dass auch beim Anheizen und während des Stillstandes in der Nacht Wärme verloren geht; dass die ganzen Kosten für Terrain zum Dampfkessel, Kesselgebäude und Schornsteine, die Kosten der Dampfrohrenleitungen etc. wegfallen; dass die Einsprache der Nachbarn gegen die Aufstellung einer Dampfmaschine, die Schwierigkeiten und Verzögerungen von Seiten der Polizei- und Regierungsbehörden wegfallen; dass man die Gasmaschine fast an jeden Winkel des Arbeitsraums hinstellen kann, so wird sich diese Kostendifferenz wohl ausgleichen. Die Rechnung stellt sich sofort ganz anders, wenn man die Maschine kleiner wählt, wie man sie in den meisten Fällen für den Handwerksbetrieb gebrauchen wird. Eine Dampfmaschine von 2 Pferdekraften kostet bei 12stündigem Betriebe:

Kohlen (hier mindestens 10 Pfd. pro Pferdekraft und Stunde) 240 Pfd.	— Thlr. 17 Sgr. 2 Pf.
Heizer (kann sich vielleicht nebenbei beschäftigen), daher	— „ 10 „ — „
Zinsen von 300 Thlr. (1 Pferdekraft hier 150 Thlr)	— „ 4 „ — „
<hr/>	
Summa 1 Thlr. 1 Sgr. 6 Pf.	

Die Gasmaschine à 2 Pferdekraft braucht nur 360 Kubikfuss Gas, 1 Thlr. 4 Sgr. 2 Pf., also blos noch eine Differenz von 3 Sgr. 6 Pf., die sich umkehrt, sobald man das Heizerlohn zu 15 Sgr. in Ansatz bringt.“

Mit einigen Modifikationen, welche die Erfahrung lehren wird, lassen sich anscheinend alle Dampfmaschinen in Gasmaschinen verwandeln, ohne dass man sogar die Cylinder wechseln müsste.

In Lyon*) soll ein Industrieller bereits eine Maschine von 50 Pferdekräften nach dem System Lenoir aufgestellt haben, und die in Paris thätige Maschine wird täglich durch Maschinenbauer und Fabrikanten aus allen Theilen Frankreichs besichtigt.

Es ist noch nicht abzusehen, wie weit die Lenoir'sche Anwendung der explosiven Gasmische zum Betrieb von Maschinen in den grossen industriellen Betrieb eingreifen wird, so viel lässt sich jedoch jetzt schon mit Gewissheit voraussagen, dass sie keine vorübergehende Erscheinung ist.

Dampfschiffe und Lokomotiven dürften im Laufe der Zeit den grössten Vortheil daraus ziehen; desgleichen steht zu erwarten, dass wir Feuerspritzen mit dieser Kraft gespeist erhalten werden, welche jeden Augenblick in Thätigkeit treten können.

*) Auch in Leipzig beschäftigt sich bereits die Maschinenbauabrik von Koch & Ko. mit dem Bau von nach Lenoir'schem System konstruirten Maschinen, welche bis zu 50 Pferdekräften steigen.

II.

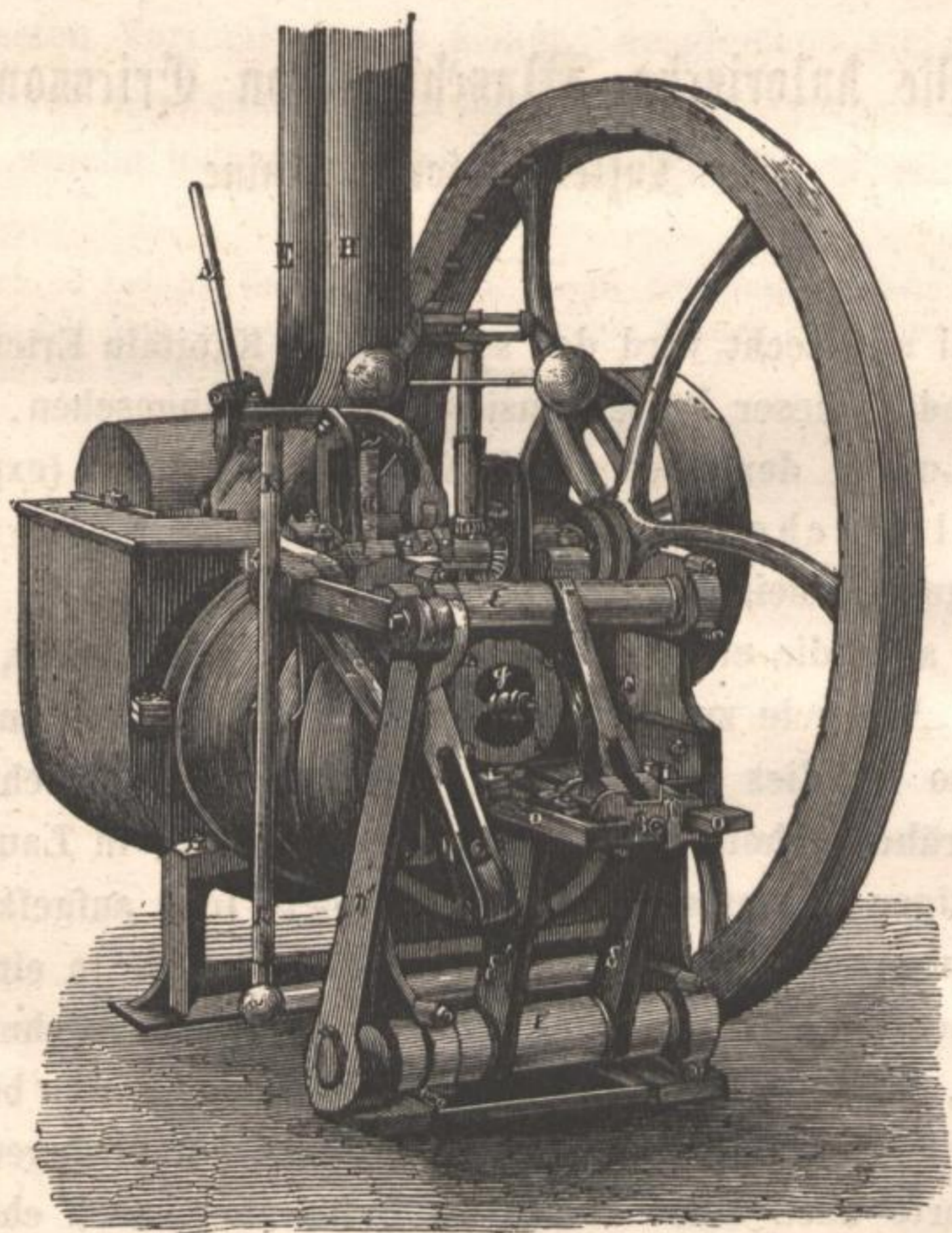
Die kalorische Maschine von Ericsson oder Luftexpansionsmaschine.

Wohl mit Recht wird der schwedische Kapitain Ericsson als der Erfinder dieser Luftexpansionsmaschine angesehen, die er, da die Luft in derselben durch Wärme ausgedehnt (expandirt) wird, kalorische Maschine nannte, welchen Namen man ihr auch allgemein beigelegt hat.

Wie aber die ersten Anfänge so vieler Erfindungen, welche uns vom Auslande zugehen, sich im deutschen Vaterlande vorfinden, so ist dies auch bei der Ericsson'schen Maschine der Fall. Früher schon hatte der Amtmann Prehn in Lauenburg, ein tüchtiger Mathematiker, die begründete Idee aufgefasst, die Ausdehnung der Luft durch Erhitzung derselben in einem geschlossenen Raum, und ihre dadurch erfolgte Ausdehnung, zu benutzen, um den Kolben eines Cylinders hin und her zu bewegen, und so eine kontinuierlich wirkende Kraft hervorzubringen. Derselbe führte auch seine Idee aus, hatte aber, noch ehe er zu einem ganz befriedigenden Resultate gelangte, sein Vermögen zugesetzt. Hülfe und Unterstützung wurde ihm weiter nicht zu Theil, um dieses ebenso wichtige als höchst interessante Problem zu lösen, und so ist dies einer von den vielen Fällen, wo wegen

Mangel an Unterstützung eine geistreiche Idee sich erst im Auslande entwickelte und fortbildete.

Kapitain Ericsson erhielt vor zehn Jahren in Amerika reichliche Mittel seine Maschine auszuführen, es gelang ihm aber auch nicht sogleich sie praktisch brauchbar herzustellen. Die ersten grossartigen Versuche missglückten, und er fand, wie er sich in einem Briefe des Jahres 1855 ausdrückte, mit seinem Princip ebenso viele Widersacher, als die Gasbeleuchtung vor einigen sechszig Jahren in England.



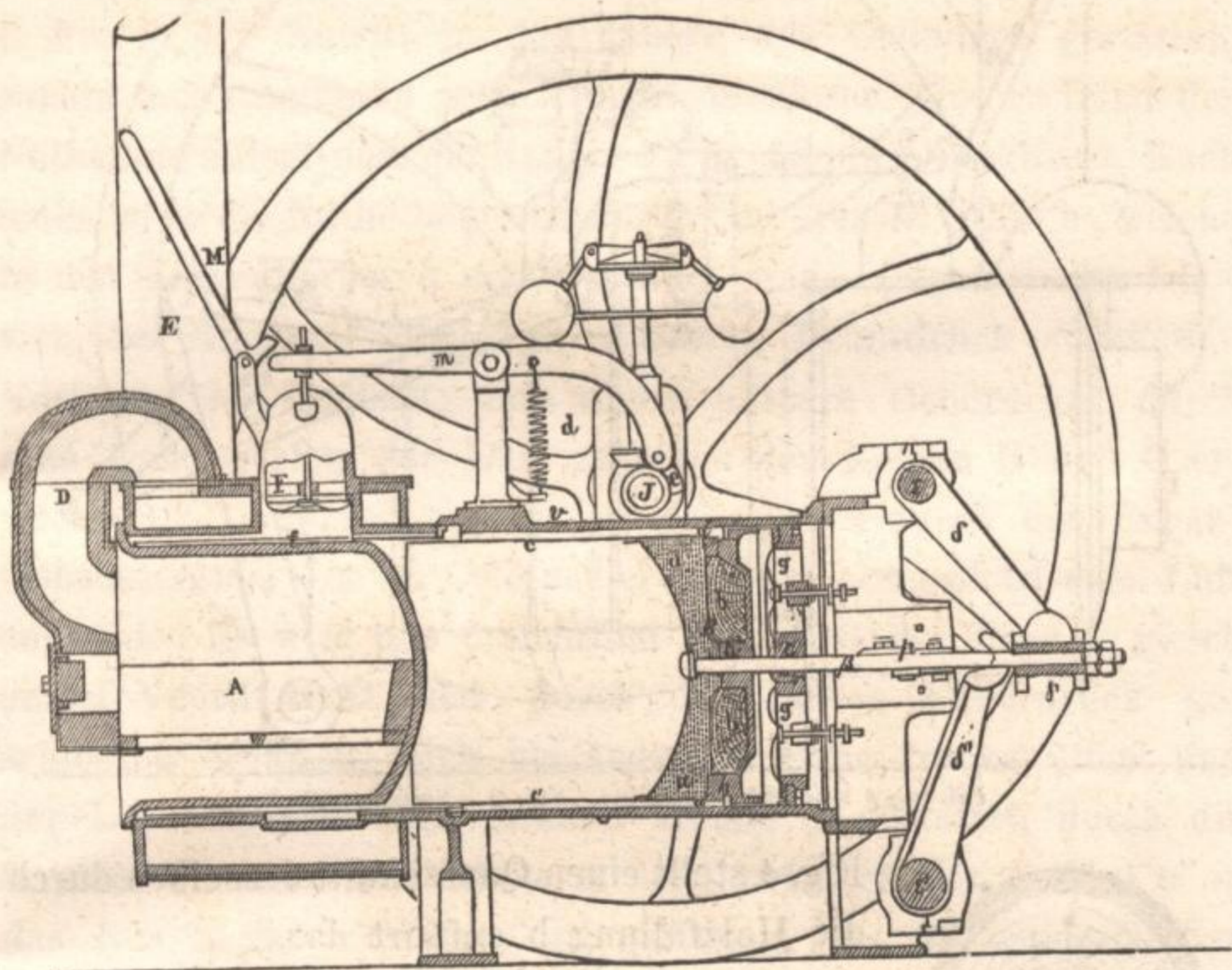
Ericsson's kalorische Maschine. Fig. 1. Totalansicht.

Erst vor etwa zwei Jahren glückte es ihm die Maschine in der vollkommenen Konstruktion herzustellen, wie sie unsere Zeichnung Fig. 1 in der Totalansicht zeigt, welche jetzt als ein

für die Praxis ausreichender und brauchbarer Motor zu betrachten ist.

In Amerika sind mehrere hundert Maschinen dieser Art bereits in Thätigkeit, bürgerten sich von da vor einem Jahre in Schweden ein, und werden jetzt auch bei uns gebaut.

Der Längenschnitt Fig. 2 zeigt uns einen Cylinder, der auf



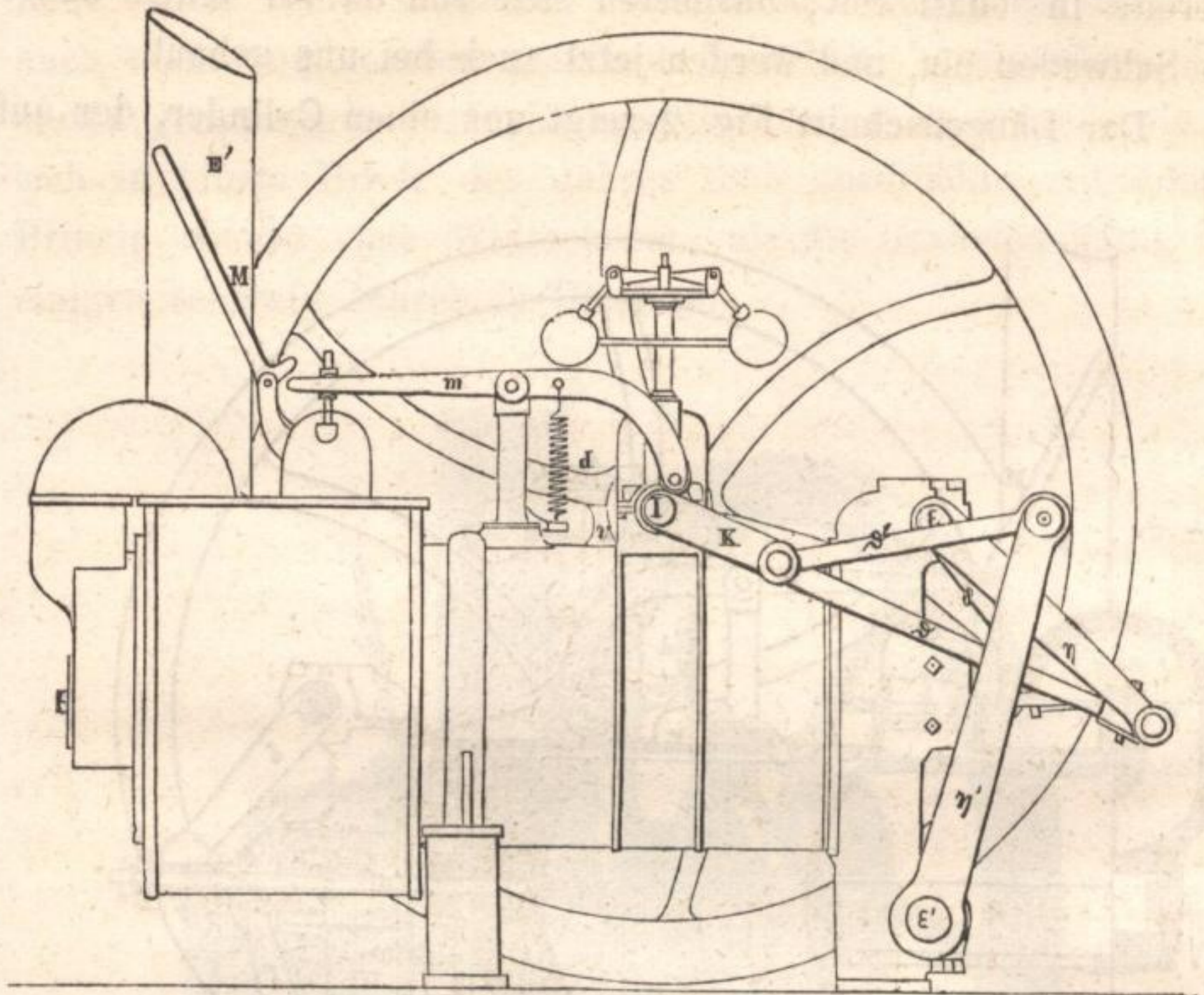
Ericsson's kalorische Maschine. Fig. 2. Längendurchschnitt.

der rechten Seite offen, auf der linken Seite jedoch geschlossen ist und zwar in der Art, dass in ihn ein walzenförmiger Feuerraum A hineinragt. Derselbe ist mit einem Rost und Aschenfalle wie gewöhnlich versehen, und die Feuergase erwärmen zuerst die Wände des walzenförmigen Feuerraums, steigen dann durch das Rohr D empor, umspielen den hinteren Theil des Cylinders von aussen und entweichen durch ein russisches Rohr E. In dem Cylinder bewegen sich zwei Kolben, der hintere Kolben B, der gewöhnlich Speisekolben genannt wird, ist mit

Bewegungs-Maschinen.

einem ringförmigen Ventil von eigenthümlicher Konstruktion versehen.

In Fig. 2 sehen wir einen Längenschnitt des Kolbens B.



Eriesson's kalorische Maschine. Fig. 3. Seitenansicht.

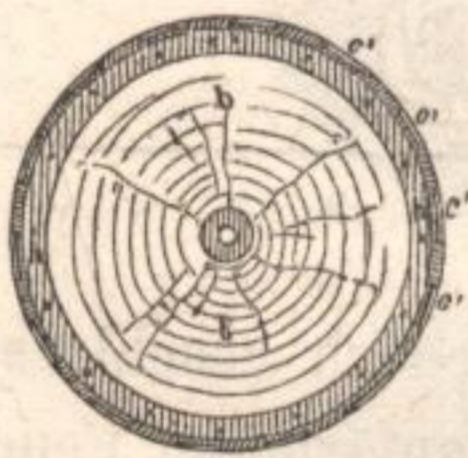


Fig. 4.

Fig. 4 stellt einen Querschnitt desselben durch die Holzfüllung b geführt dar.

Fig. 5 zeigt uns in einer Seitenansicht den Theil des Speisekolbens, welcher das Ventil enthält. Mit Zuhülfe-



Fig. 5.

nahme dieser Figuren wird es nicht schwer sein, die Einrichtung und das Spiel des Ventils zu verstehen. Ein gusseiserner Ring a, der ähnlich den gewöhnlichen Liederungsringen bei Dampfkolben gestaltet, jedoch nicht aufgeschnitten ist, befindet sich in einer Nuthe von grösserer Breite als der Ring selbst, welche an dem Umfange des gusseisernen Pleumenschiebers h angebracht ist. In dieser Nuthe kann sich der Ring frei bewegen und hat einen so grossen

Durchmesser, dass er an die Cylinderwand sich ziemlich dicht anlegt, ohne jedoch eine Pressung gegen dieselbe auszuüben und in Folge dessen an ihr zu schleifen. Aus Fig. 4 und 5 ersehen wir, dass die Verstärkung des Kolbenkörpers h, welche die Nuthe nach aussen begrenzt, eine Anzahl schräg in den Rand eingeschnittener Kanäle c' enthält, welche der Luft zwischen dem Speisekolben B und dem später zu besprechenden Arbeitskolben C Fig. 2 den Zutritt in das Innere des Cylinders gestatten, sobald das Ringventil a' sich nicht an diesen äusseren Rand der Nuthe fest anlegt und die Kanäle c' Fig. 4 dadurch schliesst. Nach innen wird die Nuthe begrenzt durch eine Anzahl Stifte b', welche in den Kolbenkörper h eingeschraubt sind. Gegen diesen lehnt sich der Ring a', sobald ein äusserer Ueberdruck stattfindet. Vorläufig sei bemerkt, dass dieser äussere Ueberdruck durch eine Kompression der Luft zwischen den Kolben B und C erreicht wird, während ein innerer Ueberdruck durch das Expansionsbestreben der im Cylinder erwärmten atmosphärischen Luft entsteht. Es wird nun ersichtlich sein, dass der Ring a' gleich einem Ventil wirkt, das durch den innern Ueberdruck geschlossen erhalten, sich bei äusserem Ueberdrucke öffnet und der Luft zwischen den Kolben B und C gestattet, durch die Kanäle c' unter dem Ringe a' fort, zwischen den Stiften b' in das Innere des Cylinders zu gelangen. Da der Speisekolben in unmittelbare Berührung mit der erwärmten Luft kommt, so würde er sich bei gewöhnlicher Konstruktion sehr stark erhitzen, dadurch also leiden, andererseits einen grossen Wärmeverlust veranlassen. Deshalb gab ihm Ericsson noch in anderer Beziehung eine von der gewöhnlichen Kolbenkonstruktion abweichende Einrichtung. Den Raum aa Fig. 2 füllt er mit einem schlechten Wärmeleiter (Asche, Kohlenstaub etc.), und begrenzt ihn nach hinten durch ein Blech, welches dieselbe Wölbung erhält, als die entsprechende Wand des Feuerraumes. Den Raum bb füllt er mit Holz aus, an das sich der eigentliche Kolbenkörper h schliesst, der somit vor bedeutender Erwärmung geschützt ist, und daher

an die zwischen den beiden Kolben B und C eingeschlossene Luft sehr wenig Wärme abgeben kann. An den Kolben ist ferner ein Blechmantel cc, angebracht, dessen Zweck im Folgenden deutlich gemacht werden soll.

Die Kolbenstange des Speisekolbens geht luftdicht und leicht durch eine Stopfbüchse des sogenannten Arbeitskolbens C, dessen Liederung durch eine Ledermanschette von Kalbleder mit nach aussen gekehrter rauher Seite hergestellt ist. Die Temperatur zwischen den beiden Kolben nimmt nie bedeutend zu, in Folge der eigenthümlichen Einrichtung des Speisekolbens. Der Arbeitskolben ist mit Ventilen gg versehen, die sich nach innen öffnen, das obere Ventil wird mittelst einer Feder und das untere durch einen beschwerten Winkelhebel geschlossen erhalten. Dieser Kolben wird durch zwei Kolbenstangen von rechteckigen Querschnitten bewegt. Sie liegen in derselben Horizontalebene mit der Kolbenstange β des Speisekolbens, und sind von ihnen nur in Fig. 1 die äussersten Enden sichtbar. Ihr rechteckiger Querschnitt macht sie geeignet zur Gradführung der Kolbenstange β , deren etwas abweichend geformter Kreuzkopf γ zwischen ihnen gleitet. Die Kolbenstangen oo selbst werden durch an den Cylinder angeschraubte Prismen p (Fig. 2) aus Rothguss geradlinig geführt. Auf dem Cylinder befindet sich ferner an dem einen Arm eines Hebels das Ventil F, Fig. 2, nach innen sich öffnend, es wird durch die Feder d am anderen Ende des Hebels geschlossen erhalten. Ist der Cylinder nun mit atmosphärischer Luft erfüllt, und der Speisekolben befindet sich zunächst des walzenförmigen Feuerraums, umfasst also mit dem Bleche cc den Feuerraum, und das Feuer wird entzündet, so erwärmt sich die Luft zwischen Feuerraum und Kolben und das Blech c wird die entsprechende Temperatur annehmen, erhält also gemäss der Erwärmung eine grössere oder geringere Spannkraft.

Wir wollen beispielsweise das Volumen der Luft, das bei der obigen Kolbenstellung sich im Cylinder zwischen dem Feuerraum und dem Kolben B befindet, v nennen. Diese Luft hat

anfänglich die Dichtigkeit und Temperatur der atmosphärischen Luft, durch das Feuer wird sie erwärmt und zwar soll die Temperaturzunahme t° Celsius betragen. Aus genauen Untersuchungen von Regnault und Magnus wissen wir, dass das Volum v sich für jeden Grad Celsius um $0,00365 \cdot v$ ausdehnt.

Wenn dieser Ausdehnung kein Hinderniss im Wege stünde, so würde also das Volum v , um t° erhitzt, den Raum $v + v \cdot 0,00365 \cdot t$ einnehmen und dieselbe Spannkraft wie gewöhnliche atmosphärische Luft haben. Denken wir den Kolben B indessen so beschwert, dass er diese Ausdehnung hindert, so muss dadurch die erwärmte Luft eine höhere Spannkraft erhalten; und zwar eine so grosse, als entstehen würde, wenn man ein Volum $= v (1 + 0,00365 \cdot t)$ atmosphärische Luft unter gewöhnlichem Drucke befindlich, auf das Volum v zusammenpresst. Nach dem Mariotteschen Gesetze können wir diesen Druck berechnen, da derselbe umgekehrt dem Volum proportional ist. Bei dem gewöhnlichen Barometerstande von 76 Centimeter drückt die Atmosphäre mit 14 Pfd. neu Gewicht auf einen Quadratzoll; nennen wir den Ueberdruck der erwärmten Luft über eine Atmosphäre x Pfd., also den Gesamtdruck $14 + x$ Pfd., so erhalten wir nach dem Mariotteschen Gesetz folgende Proportion:

$$v : v (1 + 0,00365 \cdot t) = 14 : 14 + x.$$

Durch Subtraktion des 1. und 3. Gliedes von dem 2. und 4. erhalten wir

$$0,00365 \cdot t \cdot v : x = v : 14$$

$$x = 14 \cdot 0,00365 \cdot t.$$

Bei einer Erwärmung auf 200° hätten wir also einen Ueberdruck von $14 \cdot 0,00365 \cdot 200 = 10,22$ Pfd. pro Quadratzoll, und für eine Atmosphäre Ueberdruck brauchen wir eine Temperaturerhöhung von cirka 270° .

Durch diesen Druck wird der Speisekolben vorwärts getrieben, veranlasst den Arbeitskolben, sich auch vorwärts zu bewegen, indem die zwischen beiden befindliche Luft wie ein elastisches Kissen wirkt und ein Polster bildet. Nachdem der

Speisekolben am Ende seines Hubs angekommen ist, hat sich die erwärmte Luft soweit ausgedehnt, dass ihre Spannung nicht grösser als die der Atmosphäre ist. Der Rücklauf erfolgt entweder durch das im Verhältniss zur Maschine grosse und schwere Schwungrad allein, oder dadurch, dass man zwei Maschinen an eine Betriebswelle so anbringt, dass der Rücklauf einer Maschine mit der Vorwärtsbewegung des Kolbens der andern Maschine zusammenfällt. Beim Beginne des Rücklaufes öffnet sich nun das Ventil F, indem durch einen Daumen e der Betriebswelle die Kraft der Feder d überwunden und der Hebel m gesenkt wird. Dadurch findet der Speisekolben bei seinem Rücklauf keinen Widerstand, die warme Luft aber giebt beim Entweichen den grössten Theil ihrer Wärme an den Blechmantel f ab und wird zu anderweitiger Ausnutzung der enthaltenen Wärme durch das Rohr H Fig. 1 fortgeleitet.

Die beiden Kolben bewegen sich aber vermöge ihrer Verbindung mit der Schwungradwelle in ganz verschiedener Art. Steht die Maschine auf dem todten Punkte, welchen die Zeichnung Fig. 2 und 3 darstellt, so hat der Arbeitskolben schon seinen Rücklauf begonnen, und zwar ist seine Voreilung circa 22° an der Schwungradwelle der Maschine gemessen. Die Folge hiervon ist, dass die Luft zwischen den beiden Kolben komprimirt wird, also die Kraft gemässigt ist, mit der der Speisekolben vorwärts getrieben wird. Dieses ist wesentlich, damit bei der jetzt auch erfolgenden Rückbewegung des Speisekolbens die lebendige Kraft desselben möglichst verzehrt ist, und bei der Umkehr der Bewegung kein Stoss entsteht. In der gezeichneten Lage der Maschine ist der Raum zwischen den Kolben der kleinste, der überhaupt stattfindet. Der Hub des Arbeitskolbens ist nun aber kaum halb so klein als der des Speisekolbens und es braucht der Arbeitskolben ausserdem beinahe ein Viertel weniger Zeit zum Rücklauf als der Speisekolben, dergestalt also, dass wenn der Speisekolben seinen Rücklauf beendigt hat, die Schwungradwelle sich noch um 54° drehen muss, ehe der Speise-

kolben auch ans Ende seines Hubes gelangt, mithin die Vor-
eilung des Arbeitskolbens um 32° zugenommen hat. Beim An-
fange des Rücklaufs bewegen sich beide Kolben ziemlich
gleichmässig. Bald bleibt aber der Arbeitskolben wesentlich
zurück, es entsteht dadurch zwischen den Kolben ein luftver-
dünnter Raum, der bei einem gewissen Grade der Verdünnung
bewirkt, dass die Ventile g sich öffnen und atmosphärische
Luft hineintritt.

Damit diese Luft jedoch nicht durch den jetzt nicht mehr
schliessenden Ventilring a' entweichen kann, hat sich das Ventil
F schon geschlossen. Sobald der Speisekolben sich vorwärts
zu bewegen anfängt, ist die Entfernung der beiden Kolben im
Maximum und muss so gross sein, dass der Zwischenraum ein
gleiches Gewicht atmosphärischer Luft fasst, als durch das Ventil
F ausgeströmt ist. Sobald das Ventil F sich geschlossen hat,
nimmt die Luftspannung hinter dem Speisekolben zu, und indem
dadurch ein Stoss bei der Umkehr seiner Bewegung vermieden
ist, erlangt die Luft in diesem Augenblick eine solche Span-
nung, dass sie den Kolben vorwärts treibt. Der Speisekolben
fängt nun mehr und mehr an den Arbeitskolben einzuholen.

Die Luft zwischen den Kolben wird also komprimirt, die
Ventile gg schliessen sich, der Ventilring a' erleidet nicht mehr
von innen einen Ueberdruck, dichtet folglich den Kolben B nicht
mehr und die Luft zwischen den beiden Kolben tritt durch die
Nuthe des Ringes a', erwärmt sich am Bleche c, tritt hinter den
Kolben B und expandirt hier. Dieses Eintreten von kalter Luft
erfolgt im Anfange des Kolbenhinges lebhafter als später,
da dann die Geschwindigkeit beider Kolben gleichförmiger ist.
Eigenthümlich und höchst wichtig für die Wirkung der Maschine
ist die ungleichartige Bewegung der Kolben; dieselbe wird durch
verschiedene Hebel und Stangen bewirkt, welche sich durch die
Zeichnung allein wol nicht hinlänglich deutlich erklärt. Wir
wollen daher kurz angeben, in welcher Art die Kolbenstangen
mit der Betriebswelle verbunden sind, indem es eben nicht

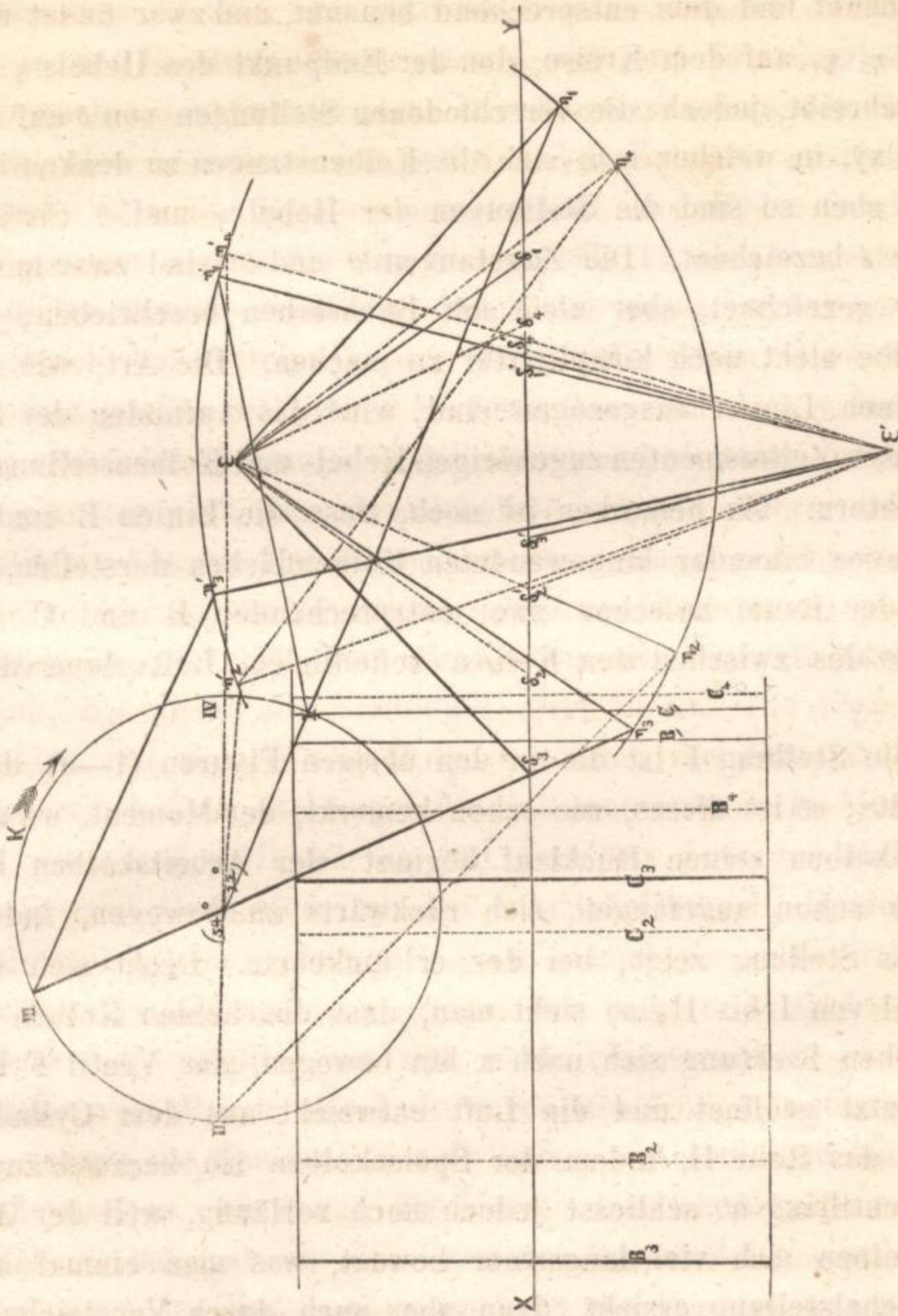
schwer fällt, auf graphischem Wege sich von der Art der Kolbenbewegung zu überzeugen.

Die Kolbenstange β des Speisekolbens B wird mittelst eines am Kopf der Stange festen Gleitstücks γ zwischen Leitstangen 0.0, Fig. 1, welche am Arbeitskolben sitzen und dessen Kolbenstangen darstellen, geradlinig horizontal geführt. In dem zwischen 0.0. beweglichen Gleitstück γ liegt auch das eine Ende des Hebels δ , welcher bei ε fest auf einer Drehachse sitzt, an deren Ende der Hebel η befindlich ist, welcher an die Zugstange (Pleyelstange) ϑ angreift, die wieder auf die Kurbel K der Betriebsachse I wirkt. An die Kurbel K greift auch die Zugstange ϑ' , die mittelst Charnier mit dem Hebel η' verbunden ist, welcher auf der Welle ε' festaufgekeilt sitzt. Zwei Hebel $\delta\delta'$ sitzen fest auf der Welle ε' , sie greifen mit einer Falle an bewegliche Zwischenstücke, in Fig. 2 sichtbar sind. Letztere befinden sich in Schlitzen der rechteckigen Kolbenstangen 0.0 des Arbeitskolbens, und übertragen so an diesen die Bewegung. Die verschiedene Länge der Hebel und Zugstangen η ϑ und η' ϑ' veranlasst die ungleichförmige Bewegung der Kolben. An der Maschine befindet sich ein Schwungkugelregulator, welcher den Gang der Maschine durch Oeffnung oder Schließung eines Ventils regulirt, das auf dem Cylinder zwischen den beiden Kolben seinen Sitz hat, Fig. 2 u. 3 v. Der Hebel M dient dazu, die Maschine anzuhalten, indem man mit ihm das Ventil F direkt aufmachen kann.

Der Handhebel K Fig. 1 steht mit einer Achse am Boden in Verbindung, woran sich ein kürzerer und ein längerer Haken befindet, welche beim Hin- und Herbewegen des Hebels in die in Fig. 1 sichtbaren Einschnitte des Schwungrades nach Art der Sperrkegel fassen, und das Angehen der Maschine bewirken.

Um von der Kolbenbewegung einigermaßen eine Anschauung zu geben, haben wir in Fig. 6 den Zwischenraum der Kolben in vier Momenten einer Umdrehung der Schwungradsachse dargestellt, und zwar in den vier Augenblicken, wo je einer der

Kolben seine Bewegungsrichtung ändert, indem es jedem selbst überlassen bleiben muss, für die Zwischenzeiten die Kolbenstellungen zu bestimmen.



Ericsson's kalorische Maschine. Fig. 6. Die Kolbenbewegung.

Wir haben der besseren Deutlichkeit wegen diese graphische Darstellung in doppelter Grösse gegeben.

Man bemerkt auf dem Kurbelkreise K vier Momente I, II, III, IV bezeichnet, diesen Zahlen entsprechend sind die vier

Stellungen des Arbeitskolbens mit $C_1 C_2 C_3 C_4$, und des Speisekolbens mit $B_1 B_2 B_3 B_4$ bezeichnet. Die auf der Hebelwelle ε sitzenden Hebel η und δ sind ebenso in diesen vier Momenten gezeichnet und dem entsprechend benannt, und zwar findet man $\eta_1 \eta_2 \eta_3 \eta_4$ auf dem Kreise, den der Endpunkt des Hebels η um ε beschreibt, jedoch die verschiedenen Stellungen von δ auf der Linie xy , in welcher man sich die Kolbenstangen zu denken hat. Ganz eben so sind die Stellungen der Hebel η' und δ' für die Welle ε' bezeichnet. Die Zugstangen ϑ und ϑ' sind zwar in der Figur gezeichnet, aber nicht mit Buchstaben beschrieben, um dieselbe nicht noch complicirter zu machen. Die Art, wie die einzelnen Linien ausgezogen sind, wird das Auffinden der bestimmten Zeitmomenten zugehörigen Hebel- und Kolbenstellungen erleichtern. Zu bemerken ist noch, dass die Linien B und C die gegen einander hingewendeten Kolbenflächen darstellen, so dass der Raum zwischen zwei entsprechenden B und C die Grösse des zwischen den Kolben befindlichen Luftvolums darstellt. —

Die Stellung I ist die in den übrigen Figuren (1—3) dargestellte; es ist dieses, wie schon bemerkt, der Moment, wo der Speisekolben seinen Rücklauf beginnt, der Arbeitskolben hat jedoch schon angefangen, sich rückwärts zu bewegen, indem C_4 die Stellung zeigt, bei der er umkehrte. Dreht sich die Kurbel von I bis II, so sieht man, dass die beiden Kolben in derselben Richtung sich nach x hin bewegen, das Ventil F hat sich jetzt geöffnet und die Luft entweicht aus dem Cylinder durch das Rohr H, indem der Speisekolben sie herausdrängt; der Ventilring a' schliesst jedoch noch vorläufig, weil der Arbeitskolben sich viel langsamer bewegt, was man einmal aus der Hebelstellung ersieht, dann aber auch durch Vergleichung der Kolbenentfernungen $C_1 B_1$ und $C_2 B_2$. Bei einer gewissen Entfernung der beiden Kolben von einander öffnen sich durch die entstandene Luftverdünnung die Ventile des Arbeitskolbens. Bei II kehrt der Arbeitskolben um, was man leicht daraus er-

kennt, dass II und η_2 verbunden durch den Mittelpunkt der Kurbel gehen, indem die Kurbel mit der Zugstange ϑ' dann in eine gerade Linie fällt, also der todte Punkt für den Arbeitskolben erreicht ist. Von jetzt ab bewegt sich der Arbeitskolben in der Richtung von x nach y, während der Speisekolben noch nach x hin fortschreitet. Der Raum zwischen den Kolben nimmt also bedeutend zu, das Ventil F hat sich geschlossen, es findet also eine Kompression der Luft im Cylinder durch den Speisekolben statt. Bei der Stellung III ist der Speisekolben im todten Punkte angelangt, indem III und η_3 verbunden wieder durch den Mittelpunkt der Kurbelwelle gehen. Es bewegen sich von jetzt an die Kolben in demselben Sinn nach y hin, und jetzt findet die Speisung des Cylinders mit Luft statt, indem der Speisekolben sich dem Arbeitskolben schnell nähert, also der Ventilring äussern Ueberdruck erleidet. Diese gleichgerichtete Kolbenbewegung findet bis zur Stellung II statt, wo der Arbeitskolben umkehrt, und die Kolben sich auf einander bewegen, bis wieder die Stellung I erreicht ist. Die Figur versinnlicht nur das Wachsen der Voreilung des Arbeitskolbens, ferner wie bei der Stellung I die Kolbenentfernung im Minimum ist, wie sie bis III wächst und dann bis I wieder abnimmt, ferner zeigt $C_4 C_2$ den Hub des Arbeitskolbens, $B_1 B_3$ den des Speisekolbens, der mehr als noch einmal so gross ist. Die Stellungen $\eta'_2 \eta'_4$ und $\eta_1 \eta_3$ zeigen den grössten Ausschlag der Hebelwellen. Wollte man sich noch genauer über die Compressionsverhältnisse der Luft durch die Kolben unterrichten, um daraus die Speisung des Cylinders mit Luft und die Zeit zu bestimmen, wie lange die Ventile des Arbeitskolbens offen stehen, so hat man nur die Form des Excentrikdaumens e, der das Oeffnen des Ventils F bedingt, in die Figur hineinzuzeichnen, um daraus die Zeit zu bestimmen, wann sich F öffnet und wieder schliesst. Wir halten das aber für unsern Zweck, dem Leser einen Begriff von der Wirkung dieser Maschine zu geben, für überflüssig.

Diese Form der Luftexpansions-Maschine zeichnet sich durch ihre kompendiöse Gestalt aus. Es ist vor Allem die höchst interessante Art zu bewundern, durch die Ericsson seine Maschine mit frischer Luft speist. Andere Maschinen, die von Newton und die von Napier und Rankine, welche in England patentirt sind, haben besondere Speisepumpen, welche jedoch einmal theurer werden, dann mehr Platz einnehmen und endlich in nicht so vollkommener Weise die Speisung verrichten. Ferner sichert die Detailkonstruktion des Arbeitskolbens die Brauchbarkeit der Maschine, indem sie mit grosser Sorgfalt vor zu starker Erhitzung geschützt ist. Ebenso sind die Räume, durch welche die Feuergase ziehen, durch innere Chamottebekleidung haltbarer gemacht. Nachdem es gelungen war, der Luftexpansionsmaschine diese praktische Gestalt zu geben, ist sie vielfältig in Aufnahme gekommen, und zwar aus folgenden wesentlichen Vorzügen im Vergleich zur Dampfmaschine.

Sie bietet nicht die Gefahr wie der Dampfkessel einer Dampfmaschine dar, braucht nur etwa ein Drittel des Heizmaterials einer gleich kräftigen Dampfmaschine, ist unabhängig vom Wasser, erfordert keinen theuern Schornstein, nimmt wenig Raum ein, bedarf keiner obrigkeitlichen Erlaubniss und endlich ist die ausströmende warme Luft vortheilhaft zum Trocknen oder Heizen anwendbar.

Jedoch ist es bis jetzt noch nicht möglich gewesen, Maschinen von bedeutender Kraft zu erbauen, und es scheint, als ob diese Maschine nur zum Betriebe von kleinen Fabriken und Werkstätten dienen werde.

Wie weit die kalorische Maschine der Dampfmaschine in Zukunft den Rang streitig machen wird, dürfte wesentlich von der Beseitigung des Uebelstandes abhängen, dass sie, wenn ihre Kraft vergrössert werden soll, zu sehr in ihren Dimensionen wächst, weshalb im Verhältniss Liliputmaschinen dieser Art „die grösste Kraft äussern.“ Andere Bedenken wüssten wir nicht,

auch nach der sorgfältigsten Prüfung, auszusprechen, denn dass der Bau komplicirt erscheint und auch wirklich ist, und dass sie sorgfältig gearbeitet sein muss, giebt keinen Grund bei sonst regelmässiger und entsprechender Leistung, ihre Anwendung zu vermeiden.

Ebenso wenig ist eine schnellere Abnutzung zu befürchten, denn wenn ein Durchbrennen und Oxydation der Feuerbüchse oder des den Feuerraum umgebenden Bleches und des Cylinderbleches des Speisekolbens nach Jahr und Tag eintreten sollte, so wird diese Erneuerung, resp. Reparatur, gewiss weniger kosten, als die so oft zu erneuernden und verbessernden Feuerungen einer Dampfmaschine und deren Dampfleitungen.

Die Reinigung der Maschine selbst ist ebenfalls leicht nach Fortnahme der Hebelwellen und Zugstangen zu bewirken, und ist die Reinigung der Feuerräume nur einmal wöchentlich durch ein neben dem Ausgangsventil befindliches Putzloch vorzunehmen.

Man hat das Geräusch getadelt, welches die Maschine während der Arbeit durch das Oeffnen und Schliessen des Ausgangsventils hervorbringt, wir fanden dies jedoch nicht so arg und nicht stärker, als bei mancher Dampfmaschine. Ebenso glaubt man, dass die Maschine zum Schmieren viel Fett erfordert. Nur der mit Leder geliederte Arbeitskolben wird öfters mittelst eines in geschmolzenem Talg getränkten Pinsels geschmiert, und eine Maschine von 18 Zoll Cylinderdurchmesser verbraucht in der Woche noch kein Pfund Talg. Speisekolben und Abzugsventil werden gar nicht geschmiert. Zur Feuerung sind Koaks, Holzkohlen und Holz am besten geeignet.

Seit etwa einem Jahre sind diese Maschinen zunächst in Schweden in Norrköping bei Tuispong konstruirt und zwar

					erforderlicher Raum zur Aufstellung	
m. 1	Cylinder		zu 0,1	Pferdek. f. 190	Thlr. . .	5 Q. F.
m. 1	Cylinder v. 12 Z. Diameter		zu 0,3	„ f. 338	„ . .	9 „
m. 1	„ 18 Z. „		zu 1,0	„ f. 600	„ . .	21 „
m. 1	„ 24 Z. „		zu 2,0	„ f. 825	„ . .	28 „
m. 2	„ 24 Z. „		zu 4,0	„ f. 1500	„ . .	56 „
m. 2	„ 32 Z. „		zu 6,5	„ f. 2600	„ . .	94 „

Eine Maschine, welche dort seit einem Jahre in einer Druckerei im Gange ist, hat sich, wie uns versichert wurde, bisher sehr gut bewährt.

Seit diesem Frühjahr werden kalorische Maschinen auch in der Maschinenfabrik der vereinigten Hamburg-Magdeburger Dampfschiffahrts-Kompagnie zu Buckau bei Magdeburg unter Leitung des technischen Dirigenten Herrn Brami Andreae, welcher dieselben in Amerika kennen lernte, und zwar von ihm verbessert, erbaut, und in gleichen Grössen und zu denselben Preisen wie die schwedischen Maschinen geliefert.

Eine Maschine von einer Pferdekraft befindet sich seit Juni in Magdeburg in der Haenel'schen Hofbuchdruckerei aufgestellt, und arbeitet, wie sich darüber Herr Hofbuchdrucker Albert Haenel ausspricht, zur vollen Zufriedenheit. Die Maschine treibt eine Kongrevemaschine und eine Schnellpresse, und wird, wie die Versuche bewiesen haben, im Winter mit der abgehenden heissen Luft die verschiedenen Lokale, welche bisher zwei bis drei Tonnen Kohlen zur Heizung erforderten, vollständig erwärmen.

In Berlin ist in der Druckerei und Schriftgiesserei der Herren Gebrüder Fickert neuerdings eine kalorische Maschine von einer Pferdekraft, welche gleichfalls in Buckau gebaut ist, zum Betriebe von zwei Schnellpressen aufgestellt. Wir haben öfters Gelegenheit gehabt, diese Maschine zu beobachten, und fanden den Gang derselben regelmässig und kräftig genug, um zwei Schnellpressen zu treiben, glauben jedoch nicht, dass sie, trotz des Cylinderdurchmessers von 18", im Stande ist, eine

volle Pferdekraft zu ersetzen. Zur Heizung dieser Maschine wird täglich nicht mehr als ein Scheffel Gaskoaks verwendet.

Sicher wird es nicht fehlen, dass diese Maschinen sehr bald auch an anderen Orten erbaut werden, und wir hören, dass bereits in Stettin und Berlin Maschinenfabriken deren Bau in Angriff genommen haben.

Der Preis für die Maschinen ist nicht zu hoch notirt, wird aber wol durch eintretende Konkurrenz noch weitere Ermässigung finden.

III.

Testud de Beauregard's verbesserten Dampfgenerator.

Seit der Zeit, dass man Wasserdampf zum Betriebe von Maschinen und für andere industrielle Zwecke verwendet, richtete sich das Bestreben der Maschinen-Techniker darauf: mit der geringsten Menge Brennmaterial die grösstmögliche Menge Wasserdampf zu erzeugen. Man verbesserte die Feuerungsanlagen, um eine absolute Verbrennung des Materials herbeizuführen und die ganze freiwerdende Wärme nutzbar zu machen, man suchte auch die Dampfkessel zweckmässig für jede benötigte Dampfmenge zu konstruiren. Unzählige Abänderungen und Versuche sind hierüber angestellt und veröffentlicht.

Nach dieser Seite hin wurde bisher das Möglichste geleistet, und stehen auch noch die praktischen Erfolge weit hinter der theoretischen Berechnung zurück, so liegt dies in der ganzen Methode. Von den Dampfmaschinen selbst lässt sich annehmen, dass in ihrer mechanischen Vollkommenheit nur noch wenig zu wünschen übrig bleibt; und wenn noch verschiedene Dampfmaschinen existiren, von denen die eine bei gleicher Kraftwirkung grössere Dampfmenge oder Dampf von bedeutenderer Spannung gebraucht als die andere, so liegt die Schuld an der Konstruktion der Maschine selbst, indem unter gleichen Umständen jedes Dampfvolument von bestimmter Spannung einer bestimmten Kraft entspricht.

Weniger jedoch ist, besonders in Deutschland, die Anwendung des überhitzten Dampfes zum Betriebe von Maschinen im Gebrauch. Dies ist aber der einzige Weg, um bei allen Arten Dampfmaschinen eine Ersparniss an Brennmaterial von 30 bis 50 Procent herbeizuführen.

Dass der überhitzte Dampf für die Praxis von grösstem Werthe ist, beweist die während der letzten drei Jahre davon in England gemachte grossartige Anwendung. Um uns mit kurzen Worten über die Erzeugung und Natur des überhitzten Dampfes auszusprechen, bemerken wir Folgendes:

Es ist bekannt, dass eine weit grössere Menge Wärme dazu gehört, um Wasser in ein bestimmtes Volumen Dampf überzuführen, als nöthig ist, um dasselbe Volumen Dampf durch weitere Erhitzung zu verdoppeln; ebenso wissen wir auch, dass der Ausdehnungskoeffizient des Wasserdampfes grösser ist, als der der Luft. Erzeugen wir somit Wasserdampf von gewisser Spannung und erhitzen denselben für sich in geeigneten Vorrichtungen, so erhalten wir für den Dampfmaschinenbetrieb Dampf von grösserer Spannung noch billiger als bisher, und nähern uns dem Princip der Wärmetheorie: „Alle Wärme in Arbeit zu übertragen.“

Nach den von Regnault festgestellten Gesetzen beträgt die Wärmemenge, welche einer Gewichtsmenge Wasserdampf zugeführt werden muss, um denselben auf einen bestimmten höheren Temperaturgrad zu bringen: nur 0,475 von der Wärmemenge, welche nöthig ist, um eine gleiche Gewichtsmenge Wasser auf ebenso hohe Temperatur zu bringen. Diese Aufnahme von Wärme ist für verschiedene Körper auch ganz verschieden und wird als specifische Wärme bezeichnet, wobei man bei Vergleichen das Wasser als Einheit annimmt.

Um den überhitzten Dampf für den Maschinenbetrieb nutzbar zu machen, hat man Vorrichtungen konstruirt, welche aus Cylinder- oder Röhrensystemen bestehen, in welche der Dampf aus dem Generator eintritt. Da diese Systeme für sich besonders

erhitzt werden, so wird der durchströmende Dampf selbst überhitzt. Bekanntlich führt jeder Dampf, er mag sich frei von einer Wasseroberfläche entwickeln oder aus dem Rohre eines Dampfkessels ausströmen, beim Aufsteigen eine gewisse Menge noch nicht in Dampf verwandelten Wassers mit sich fort. Beim Ueberhitzen eines solchen feuchten Dampfes werden diese Wassertheilchen gleichfalls in Dampf verwandelt und vergrößern nicht nur das Volumen, sondern es steigt auch die Temperatur des Dampfes.

Ein Vorzug dieses überhitzten Dampfes ist auch der, dass durch die erhöhte Temperatur im Dampfeylinder eine Kondensation vermieden wird. Diese Vorzüge: die Volumenvergrößerung, die höhere Temperatur und geringere Kondensation, bewirken die Vortheile bei Anwendung des überhitzten Dampfes. Sehr genaue Versuche, welche vor einem Jahre in dem Arsenal von Woolwich bei einem stehenden Dampfkessel 64 Tage durch angestellt wurden, ergaben eine Ersparniss an Brennmaterial von 30 Procent.

Die Widersprüche, welche sich jedoch gegen Anwendung des überhitzten Dampfes erhoben, gaben Veranlassung, dass die Professoren Taylor und Brande in England eine chemische Prüfung desselben, auf mögliche Gefahren bei seiner Verwendung hin, vornehmen mussten. Die Versuche, welche mit einem Dampfkessel, der mit einem Ueberhitzungsapparate verbunden war, vorgenommen wurden, führten zu folgenden Schlüssen und Resultaten.

Der Dampf, welcher bei einem Druck von 20 Pfd. auf den Quadratzoll und mit einer Temperatur von 264 Grad Fahrenheit aus dem Kessel kam, wurde am hinteren Theil des Ofens durch die zum Rothglühen erhitzten Ueberhitzungsröhren durchgeleitet. Es betrug seine Temperatur beim Eintritt in den Kasten des Dampfeylinders 484 bis 540 Grad Fahrenheit (251° bis 282° C.) Der Dampf trat in einem unsichtbaren Strahle aus, ehe er in sichtbaren kondensirten Dampf verwandelt wurde

und löschte die Flamme eines brennenden Papiers augenblicklich. Man leitete, um die etwa bei der Ueberhitzung entstandenen Gase zu untersuchen, den überhitzten Dampf in ein Gefäss mit Wasser und kondensirte ihn, um gleichzeitig die beigemengten Gase auffangen und untersuchen zu können. Die Untersuchung ergab, dass kein Wasserstoffgas, noch ein anderes entzündbares Gas, zugegen war. Das nicht kondensirte Gas, welches aus dem kondensirten Dampf gesammelt werden konnte, löschte die Flamme einer Kerze aus und bestand nur aus Stickstoff, welcher wohl aus der im Wasser enthaltenen geringen Menge Luft bei der Dampfbildung frei geworden war, während der Sauerstoff der Luft durch das Eisen der rothglühenden Röhre fixirt wurde. Obgleich Wasserdampf, über reines metallisches Eisen, welches bis zur Rothglühhitze erwärmt ist, geleitet, zersetzt wird, so fand sich doch bei den Versuchen, dass die chemische Wirkung des rothglühenden Rohres eine sehr beschränkte ist. Um eine grössere Menge Stickstoff aus durchgeleiteter atmosphärischer Luft, oder Wasserstoff aus zersetztem Wasser zu gewinnen, muss die glühende Oberfläche des Eisens sehr gross sein, da sie sich schnell mit einer festen und undurchdringlichen Lage magnetischen Eisens bedeckt, welches die weitere chemische Zersetzung der Luft und des Wassers vollständig hindert. Ist das Innere einer eisernen Röhre, indem man erhitzte Luft durchleitet, vorher oxydirt worden, so kann beim Durchleiten des Wasserdampfes durch die Röhre keine Zersetzung weiter erfolgen. Es kann hiernach in keinem Falle Gefahr durch Wasserzersetzung bei der Dampfüberhitzung stattfinden.

Derselbe Ueberhitzungsapparat, auf dem Osprey, einem Themseboote der Watermans Dampfschiffspacketgesellschaft angebracht, führte nach zweimonatlichen Versuchen zu folgenden Resultaten. Die Ersparniss von Brennmaterial betrug während dieser Zeit 33 Procent. Die Cylinder blieben während des ganzen Zeitraums glänzend und im besten Zustande, obgleich die

Temperatur des Dampfes meist 440° F. in denselben betrug. Dennoch wurden gegen diese Versuche auf dem Osprey Einwendungen erhoben, indem man Gefahr für die Passagiere fürchtete. In Folge dessen veranlasste man Professor Faraday, gleichfalls eine Untersuchung anzustellen und Bericht zu erstatten. Faraday fand die bereits vorher angeführten Resultate der Untersuchungen der Herren Taylor und Brande bestätigt, dass keinerlei explodirende Mischungen bei Ueberhitzung des Dampfes sich bilden können. Derselbe stellte auch fest, dass die Oxydation der Röhren von aussen durch das Feuer weit rascher stattfindet, als im Innern durch die Zersetzung des durchströmenden Wasserdampfes. Doch würde diese äussere Oxydation bald bemerkt und ihr, wenn nothwendig, leicht abgeholfen werden können.

Der Ueberhitzungsapparat wurde dann auf einem anderen Boote der Gesellschaft, dem Swift, angebracht und eine Ersparniss von 30 bis 40 Procent an Brennmaterial trat vom Augenblicke seiner Thätigkeit ab ein. In Folge dessen wurde dieser Ueberhitzungsapparat auch auf den übrigen elf Booten der Gesellschaft eingeführt.

Ein Versuch mit einem gleichen Ueberhitzungsapparat, auf dem königl. englischen Dampfschleppschiff Bustler angestellt, ergab in siebenunddreissig Proben bei einem Druck von 8½ Pfd. und einer Temperatur von 380° F. (191° C.) im Cylinder eine Brennmaterialersparniss von 25 Procent.

Ein Ueberhitzungsapparat von Herrn Patridge in Woolwich, welcher besonders für Schiffskessel verwendbar ist, war auf dem königl. englischen Dampfschiff Dee von 200 Pferdekräften aufgestellt und wirkte mehrere Monate lang unter Aufsicht des Herrn Dinnen und mehrerer anderer Beamten der Admiralität. Als Resultat ergab sich hier ebenfalls eine Ersparniss von 20 bis 25 Procent Brennmaterial. Ausser diesem Schiffe sind noch das königl. Postdampfschiff Tyne von 400 Pferdekräften, das Cunard Company-Dampfschiff Persia von 1000 Pferdekräften und

die Schraubenmaschinen des Great Eastern mit diesem Ueberhitzungsapparat versehen worden. Nehmen wir nun diese Schiffe als Gesammtheit von 5000 Pferdekräften an, welche vier Monate im Jahre, bei einem Verbrauch von 8 Pfund Kohle in der Stunde auf eine Pferdekraft, dampfen, so würde die durch Benutzung überhitzten Dampfes herbeigeführte Ersparniss jährlich 10000 Tonnen Kohlen betragen. Obiger Ueberhitzungsapparat arbeitet bei einer Temperatur von 360° F. bis 390° F., (182° C. bis 199° C.), und man nimmt an, dass die Ueberhitzungsröhren wenigstens zwei Kessel überdauern werden.

Es ist augenscheinlich, dass bei einer solchen Einrichtung die Grösse der Ueberhitzungsfläche ganz und gar von der Aufstellung des Apparats und der zu erzielenden Temperatur abhängt. Bei einer Temperatur von 450 Grad wechselt die Fläche von 0,5 Quadratfuss bis zu 5 oder 6 Quadratfuss pro Pferdekraft.

Alle diese eben angeführten Versuche, Proben und Erfahrungen zeigen recht gut, dass man überhitzten Dampf ohne Gefahr und mit einer Ersparniss von 20 bis 35 Procent verwenden kann. Fernere kleinere Vortheile dabei sind: die Verminderung der Speisung und Injektion, Verkleinerung des auf die Luftpumpe wirkenden Druckes und endlich, aus diesem folgend, eine Geschwindigkeitszunahme der ganzen Maschine.

Es braucht wohl nicht erst erwähnt zu werden, dass es schwer ist, Dampf in demselbem Gefässe, in welchem er erzeugt wurde, zu überhitzen, wenn das Gefäss nicht überall mit dem Feuer in Berührung steht, und die Ausströmungsöffnung des Dampfes weit von der Dampferzeugungsfläche entfernt ist. Abgesehen davon steigert sich mit jeder stärkeren Erhitzung des Kessels die Gefahr und der Kessel selbst leidet; während Dampf von sehr niedrigem Druck keine Gefahr der Explosion im Generator herbeiführen kann, so wenig wie bei seiner spätern Ueberhitzung. Dass der Dampfüberhitzungsapparat nicht nur für Kriegs- und Handelsschiffe sich eignet, welche in diesem Falle ein Drittel

Brennmaterial weniger mit sich zu führen haben und keiner Kesselexplosion ausgesetzt sind, sondern auch für jede andere Dampfmaschine verwendbar, ist selbstverständlich. Der überhitzte oder trockne Dampf ist für viele Fabrikationszweige von bedeutendem Vortheil, wo Cylinder, Walzen und Bäder eine hohe Temperatur erhalten sollen. Wir haben aus eigener Erfahrung den grossen Nutzen des überhitzten Dampfes bei Bereitung von Dampfknochenmehl, zum Aufschliessen und Löslichmachen wollener Lumpen und von Lederabfällen und ähnlichen Substanzen kennen gelernt, und können denselben nicht genug der Aufmerksamkeit der Chemiker und Mechaniker empfehlen.

In einer ganz anderen Art den überhitzten Dampf mit noch grösserer Ersparniss an Brennmaterial zu erzeugen, hatte sich bereits vor sechs Jahren Herr Testud de Beauregard die Aufgabe gestellt. Demselben gelang es aber damals ebensowenig, wie Ericsson, seine begründete Idee praktisch anwendbar zu machen. Unermüdet setzte er jedoch seine Versuche fort und ist nun zu Resultaten gelangt, welche eine Beseitigung aller bisherigen Dampfgeneratoren in Aussicht stellen.

Herr Testud de Beauregard ging von der Idee aus, alle die grossen und unbehülflichen, kostspieligen und schweren Dampferzeuger (Kessel), ihre so viel Wärme absorbirenden Einmauerungen zu verwerfen und dieselben einfach durch ein kleineres eisernes Gefäss zu ersetzen, welches, bis zum Rothglühen erhitzt, die hineingebrachte Wassermenge in Dampf verwandeln sollte, der zum Betrieb einer Maschine, d. h. zum jedesmaligen Kolbenhube erforderlich ist.

Wie weit Herrn T. de B. dies gelungen, ergiebt am besten ein Bericht, welcher sich von Herrn Moigno in seinem Kosmos März 1860 vorfindet.

Der überhitzte Dampf des Herrn T. de B., der so viel Aufsehen erregte, so viel für die Zukunft zu versprechen schien, hörte plötzlich auf, die industrielle Welt zu beschäftigen und ward sechs Jahre lang kaum mehr erwähnt. Gegenwärtig aber

beschäftigt sich Herr T. de B. auf's Neue und angelegentlichst damit und es wird ihm sicher gelingen, seiner für die Industrie so wichtigen Erfindung einen bestimmten Erfolg zu verschaffen.

Der Generator des überhitzten Dampfes von Herrn T. de B. ist kein Schlangenrohr, wie bei dem der Herren Belleville und Isoard, sondern ein einfacher Kessel oder vielmehr ein Topf aus Eisenblech, Schmiede- oder Gusseisen von entsprechender Stärke. Mit Hülfe einer Speisepumpe (*pompe à équation*), deren immer gleichmässiges Spiel durch das Fallen eines bestimmten Gewichts regulirt wird, lässt man Wasser, welches fast im Momente verdampft werden soll, in den Topf dringen und auf seinen Boden fallen, dessen Temperatur immer 500 bis 1000° und darüber betragen muss.

All die zahlreichen Versuche von Herrn T. de B. scheiterten aber daran, dass die beim Verdampfen des Wassers am Boden des Topfes sich entwickelnden glühenden Dämpfe denselben auseinandertrieben, ihn also nach wenigen Stunden oder Tagen schon unbrauchbar machten. War nun der Erfinder auch theoretisch vollständig befriedigt, was die Menge des producirtten Dampfes, die vollkommene Regelmässigkeit bei der Erzeugung, seine mechanische Kraft und Wirksamkeit anbetraf, so fehlte doch zur Lösung des Problems, d. h. zur Herstellung eines Motors mit überhitztem oder sphäroidalem Dampf, die praktische Brauchbarkeit desselben. Diese praktische Lösung war sehr einfach zu finden, entging aber, wie so oft das Naheliegende und Einfache, lange dem Suchenden. Endlich sagte sich Herr T. de B., dass, wenn er den aus- und inwendig verzinneten Boden seines Topfes in ein Zinnbad tauchte, einerseits in der Wärmeleitung fast gar keine Verzögerung eintreten würde, andererseits nicht mehr dem Eisen, sondern dem flüssigen Zinn die zur Verdampfung des Wassers nöthige Hitze entzogen wird, und so der Topf nicht mehr beschädigt, also zum längeren Dienst brauchbar sein dürfte.

Während eines Zeitraumes von zwei Jahren sind in dieser

Weise in Lyon und St. Etienne Versuche gemacht worden, welche vollkommen erfolgreich waren. Ein Gefäss, welches zwei Jahre hindurch enorme Dampfmengen lieferte, war nach Ablauf dieser Zeit so wenig abgenutzt, dass man mit Recht das dicke Schmiedeeisen durch ein dünnes Eisenblech ersetzen könnte.

In der Werkstatt, welche wir besucht haben, setzten zwei Generatoren in Zinnbädern zwei Dampfmaschinen in Bewegung, die eine, von 3 bis 4 Pferdekraften, nach dem System Giffard und Flaud, ging sehr schnell, die andere, von 20 Pferdekraften, System Kientzy mit oscillirendem Cylinder, hatte eine langsame Bewegung. Beide entsprachen allen Erwartungen, sie liessen Nichts zu wünschen übrig. Die Menge des gelieferten Dampfes, auch die Regelmässigkeit dabei, befriedigte nicht nur, sondern überraschte sogar die den Versuchen beiwohnenden Ingenieure. Die Maschine Flaud erreichte nach Anlegung eines Prony'schen Zaums eine Schnelligkeit von 600 bis 1000 Kolbenwechsel in der Minute, und behielt dieselbe, so lange es gewünscht, bei. Die Luftpumpe, der Regenerator (Art von Röhrensystem, in welchem der überhitzte Dampf, nachdem er seine Kraft ausgeübt, seinen Wärmeüberschuss an das Wasser abgiebt), der Kondensator, in welchem unter den günstigsten Bedingungen die Kondensation des überhitzten Dampfes stattfindet, die Speisepumpe (*pompe à équation*), kurz, alle diese untergeordneten Apparate, so wie der Hauptapparat oder sphäroïdale Dampferzeuger, haben ihre Funktionen vollständig verrichtet. Wir können es unbedenklich aussprechen, dass, unter den Bedingungen eines ganz regelmässigen Spiels, bei augenblicklicher Wasserverdampfung, diese Dampferzeugung die normalste und vortheilhafteste sein dürfte. Es findet hierbei eine enorme Verkleinerung der verdampfenden Oberfläche statt, eine ausserordentliche Verminderung des Kesselvolumens, vollkommene Vermeidung aller Explosionen, bedeutende Verminderung des Speisewassers; und zwar findet in Folge der Kondensation die Speisung mit destillirtem Wasser statt. Die kalkigen Niederschläge hören

darum auf, das Kesselreinigen wird ganz überflüssig oder es genügt ein einfaches Reinigen durch Bürsten; die Verzögerungen in der Dampferzeugung, die Zeitverluste fallen ebenfalls fort. Der gewonnene Dampf ist vollkommen trocken, ohne anhängende Wassertheile, und seine Temperatur kann zwischen 200° und 1000° variiren. Der bereits benutzte Dampf wird noch einmal zur Erzeugung einer neuen Bewegungskraft nutzbar gemacht; die Kondensation findet so vollständig, wie es bei der Herstellung eines Vakuums nur möglich ist, statt, so dass der Luftdruck noch den Dampfdruck verstärkt. Die Regelmässigkeit, Beständigkeit des Ganges der Maschine ist ganz ausserordentlich; man kann die gewonnene Kraft in jedem Augenblick verdoppeln, verdrei- und vervierfachen, ohne irgend welche Gefahr; ferner ist der Feuerheerd rauchverzehrend und zwar bei jedem beliebigen Brennmaterial; es wird hierdurch die Arbeit der Heizer sehr erleichtert.

Dies sind die unbestreitbaren Vortheile eines Generators im Zinnbade. Ohne Kostensteigerung, ohne die Nothwendigkeit bedeutender und lästiger Veränderungen, lässt sich dieser Generator bei allen Dampfmaschinen anbringen. Die Erbauer desselben garantiren eine Ersparniss von 50 Procent Brennmaterial gegen das früher verbrauchte Quantum, selbst dann, wenn schon durch richtige Wahl der Kessel und bessere Feuerungen der Verbrauch geringer war. Ferner wird eine längere Dauer dieser Generatoren als der gewöhnlichem Dampfkessel garantirt.

darauf an, das Kesselröhren wird ganz überhitzt oder es
 gerät ein starker Ruck durch Dicken; die Verformungen
 in der Dampfmaschine, die Kesselröhren bilden ebenfalls
 der gewöhnliche Dampf ist vollkommen trocken, ohne alle
 Wassertheile, und seine Temperatur kann zwischen 200° und
 250° variiren. Der Dampf bewirkt Dampf wird nach einmal
 zur Bewegung einer neuen Bewegungskraft nutzbar gemacht;
 die Kesselröhren findet es vollkommen, wie es bei der Herstel-
 lung eines Dampfes nur möglich ist, statt, so dass der Dampf
 durch noch den Dampfdruck verbleibt. Die Kesselröhren
 können bei der Bewegung der Maschine selbsten ausserordent-
 lich sein; man kann die Bewegung nicht in jeder Ausdehnung vor-
 doppelt vermindern und vermindern, ohne irgend welche Gefahr;
 denn bei der Kesselröhren vermindern und zwar bei jedem
 beliebigen Dampfdruck; es wird durch die Arbeit der Heizer
 sehr erleichtert.
 Dies sind die wichtigsten Vortheile eines Generators im
 Vergleich. Eine Kosteneinsparung, ohne die Notwendigkeit
 jeder anderen und jeder Veränderung, lässt sich dieser Gene-
 rator bei allen Dampfmaschinen anbringen. Die Gefahr des
 selbst vermindern die Temperatur von 50 Prozent Dampfdruck
 gegen das vorher verminderte Quantum selbst dann, wenn schon
 durch richtige Wahl der Rassel und bessere Feuerungen der
 Verbrauch geringer war. Ferner wird eine längere Dauer dieser
 Generatoren als der gewöhnlichen Dampfmaschinen genannt.
 Die Kesselröhren sind vollkommen trocken, ohne alle
 Wassertheile, und seine Temperatur kann zwischen 200° und
 250° variiren. Der Dampf bewirkt Dampf wird nach einmal
 zur Bewegung einer neuen Bewegungskraft nutzbar gemacht;
 die Kesselröhren findet es vollkommen, wie es bei der Herstel-
 lung eines Dampfes nur möglich ist, statt, so dass der Dampf
 durch noch den Dampfdruck verbleibt. Die Kesselröhren
 können bei der Bewegung der Maschine selbsten ausserordent-
 lich sein; man kann die Bewegung nicht in jeder Ausdehnung vor-
 doppelt vermindern und vermindern, ohne irgend welche Gefahr;
 denn bei der Kesselröhren vermindern und zwar bei jedem
 beliebigen Dampfdruck; es wird durch die Arbeit der Heizer
 sehr erleichtert.
 Dies sind die wichtigsten Vortheile eines Generators im
 Vergleich. Eine Kosteneinsparung, ohne die Notwendigkeit
 jeder anderen und jeder Veränderung, lässt sich dieser Gene-
 rator bei allen Dampfmaschinen anbringen. Die Gefahr des
 selbst vermindern die Temperatur von 50 Prozent Dampfdruck
 gegen das vorher verminderte Quantum selbst dann, wenn schon
 durch richtige Wahl der Rassel und bessere Feuerungen der
 Verbrauch geringer war. Ferner wird eine längere Dauer dieser
 Generatoren als der gewöhnlichen Dampfmaschinen genannt.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite.
Einleitung	5
I.	
Die Lenoirsche Gasmaschine. Mit 5 Abbildungen	9
II.	
Die kalorische Maschine von Ericsson oder Luftexpansionsmaschine. Mit 6 Abbildungen	31
III.	
Testud de Beauregard's verbesserter Dampfgenerator	48

Inhaltsverzeichnis

Seite

1 Einleitung

2 Die Jonenische Gasmaschine mit 6 Abbildungen

3 Die Jonenische Gasmaschine mit 6 Abbildungen
Nies'sche Buchdruckerei (Carl B. Lorck) in Leipzig.

4 Die Jonenische Gasmaschine mit 6 Abbildungen

5 Die Jonenische Gasmaschine mit 6 Abbildungen

Mohr 384

Literarische Anzeige.

Im Verlage des Unterzeichneten ist erschienen und durch alle Buchhandlungen zu beziehen:

DER
TRANSMUNDANE TELEGRAPH.

VON
F. J. SCHNEEBERGER.

Mit einer Karte des transmندانen Telegraphen-Netzes.

Der Verfasser beschäftigt sich in diesem Schriftchen mit der Ausführbarkeit einer Telegraphenlinie um den ganzen Erdball und erörtert dabei hauptsächlich folgende Fragen:

1. Welche Hauptpunkte des Erdballs hat der transmundane Telegraph zu verbinden?
2. Wie muss die Ausführungsweise im Allgemeinen beschaffen sein, um überhaupt das Zustandekommen möglich zu machen?
3. Welche Rentabilität stellt das Unternehmen in Aussicht?

Preis 10 Ngr.

Leipzig, Verlag von J. J. Weber.

Nies'sche Buchdruckerei (Carl B. Lorck) in Leipzig.

26. 05. 82

Datum der Entleiung bitte hier einstempeln!

(204)JG 162/14/79

Fragment of a handwritten label on the right edge of the cover.

Fragment of a handwritten label on the right edge of the cover.