

Cylinders wird durch ein kleines Schöpfwerk automatisch vollzogen. Der Ölverbrauch ist jedoch beträchtlich. Der Gasverbrauch beträgt nach vielen Versuchen 1 cbm pro Stunde und effektive (gebremste) Pferdestärke, ist jedoch von der Qualität des Gases nicht ganz unabhängig.

Der Otto'sche Motor ist anfänglich nur in kleinen Dimensionen, namentlich von 1 bis 6 Pferdestärken, ausgeführt worden; neuerdings hat indessen die Deutzer Gasmotorenfabrik schon Maschinen von 60 Pferdestärken gebaut.

Für Bauten ist der Otto'sche Motor namentlich deshalb ganz besonders zu empfehlen, weil er sehr schnell zu montieren ist und in jedem Augenblick in Betrieb gesetzt werden kann. Da er nicht länger Gas konsumiert, als er wirklich arbeitet, so sind namentlich in Fällen häufig unterbrochenen Betriebes die täglichen Kosten gering im Vergleich zu Maschinen, welche erst längerer Zeit zum Anheizen bedürfen und dann während des vorübergehenden Nichtgebrauchs unter Feuer gehalten werden müssen.

Unter den zahlreichen patentierten Gasmotoren verdienen noch zwei Konstruktionen kurzer Erwähnung. Es sind dies die Maschinen von Bisschop und von Simon.

Die erstere, im Deutschen Reich in verbesserter Form unter No. 7925 patentiert, ist nur für sehr kleine Kräfte, in der Regel weniger als 1 Pferdestärke, bestimmt und hat sich trotz ihres beträchtlichen Gasverbrauchs wegen ihrer großen Einfachheit in der Kleinindustrie eingebürgert. Sie arbeitet mit vertikalem Cylinder und braucht überhaupt kein Kühlwasser, da die erforderliche Kühlung des Cylinders vermöge der großen Ausstrahlungsfläche eines den Cylinder umgebenden Systems von gußeisernen Rippen in ausreichendem Maße durch die Luft erfolgt.

Einige Abänderungen dieses Systems enthält der Gasmotor von Buß, Sombart und Co., D. R. P. No. 7896 und 8245.

Der Gasmotor von Simon, D. R. P. 2404, verdient wegen seines originellen Wirkungsprinzips besonderes Interesse. Bei dieser Maschine wird ein Gemisch aus Luft und Gas durch eine Kompressionspumpe auf ca. 5 Atmosphären verdichtet und so dem Arbeitscylinder zugeführt, in welchem es sich an einer unter Druck konstant brennenden kleinen Flamme allmählich entzündet und zunächst unter Volldruck, dann, nach Abschluß des Einströmungsschiebers, unter Expansion seinen Druck auf den Arbeitskolben überträgt.

Der Rückschlag der Entzündungsflamme in das Gaszuführungsrohr wird durch ein zwischen geschaltetes Drahtgitter verhindert. Die aus dem Arbeitscylinder austretenden Gase werden noch zur Speisung eines kleinen Dampfkessels verwendet, dessen Dämpfe, nach dem Arbeitscylinder geführt, zur Erhöhung der Leistung und gleichzeitig zur Schmierung des Kolbens beitragen.

c. Windräder und hydraulische Motoren.

§ 11. Windräder. Die neueren Fortschritte auf dem Gebiete der Windmotoren sind amerikanischen Ursprungs. Die sogenannte Halladay-Windmühle unterscheidet sich von den Windrädern der seither in Europa bekannten Windmühlen dadurch, daß sie dem Winde nicht nur vier Flügel darbieten, welche zwischen sich große Zwischenräume übrig lassen, sondern eine mit einer großen Zahl leichter Schaufeln gefüllte Kreisfläche, so daß der ganze dieser Kreisfläche entsprechende Windstrom zur Arbeit gelangen muß. Die Flügel sind mit Regulierungseinrichtungen versehen, durch welche sie automatisch aus dem Wind gestellt werden, wenn der Wind zu stark wird, so daß die Räder selbst bei starkem Sturm keinen Schaden leiden können. Das Halladay-Windrad hat sich auch in Europa in wenigen Jahren eingebürgert, vorzugsweise jedoch für dauernde Betriebe. Sein Auftauchen hat zahlreiche Abänderungen hervorgerufen, welche sich zumeist in Kl. 88 der deutschen Patente vorfinden.

§ 12. Hydraulische Motoren. Die hydraulischen Motoren für hohe Gefälle, welche für den vorübergehenden Betrieb von Baumaschinen hauptsächlich in Frage kommen, sind Turbinen und Wassersäulenmaschinen.

Unter den ersteren sind für hohe Gefälle besonders Partialturbinen, z. B. nach Zuppinger⁹⁾ oder Girard¹⁰⁾, zu empfehlen, welche sich leicht regulieren lassen und in allen Teilen bequem zugänglich sind. Man kann von ihnen bei guter Ausführung einen Wirkungsgrad von 70 bis 75% bestimmt erwarten. Beträgt der Wasserzufluß q Liter pro Sekunde und das Gefälle h Meter, so ist demnach die Leistung

$$N = \frac{q \cdot h}{75} \cdot 0,75 = 0,01 \cdot q \cdot h \text{ Pferdestärken.}$$

Diese Turbinen sind immer so anzuordnen, daß sie in freie Luft angefressen, und zwar um den Gefällverlust thunlichst zu beschränken, möglichst dicht über dem Unterwasserspiegel. Die Wasserzuführung kann in eisernen Röhren erfolgen, in denen eine um so größere Geschwindigkeit und mithin ein um so größerer Gefällverlust durch Reibungswiderstände noch statthaft ist, je weniger man Ursache hat, mit der Wasserkraft zu sparen. Durchschnittlich ist 0,75 bis 1 m als Zuleitungsgeschwindigkeit pro Sekunde anzunehmen und hiernach der Rohrdurchmesser zu berechnen.

Unter den Wassersäulenmaschinen kleineren Kalibers sind neuerdings diejenigen von Schmid in Zürich, sowie die von Haag in Augsburg besonders bekannt und vielfach angewendet worden. Sie sind im Mechanismus prinzipiell nicht verschieden von den oscillierenden Dampfmaschinen, bei denen die Oscillationszapfen des Cylinders als Steuerungshähne dienen.

In Fig 16 u. 17, Tafel VII, ist der Wassermotor von Haag in Vertikalschnitt und Grundrifs dargestellt, während Fig. 18 u. 19, Taf. VII, Schnitte durch einen der Zapfenschieber in verschiedenen Drehlagen darstellen. In Fig. 18 sind alle Kanäle geschlossen; die Kurbel befindet sich im Todpunkt z. B. links. Dreht sich nun das Schwungrad im Sinne des Pfeiles Fig. 16, so oscilliert der Cylinder zunächst in entgegengesetztem Sinne, wobei, wie Fig. 19 zeigt, der mit e bezeichnete mittlere Zuleitungskanal mit der linken Abteilung des hohlen Zapfens in Verbindung kommt, so daß das Druckwasser auf die linke Kolbenfläche zu wirken beginnt, während das auf der rechten in Wirkung gewesene Wasser durch den Kanal a_2 zum Austritt kommt. Diese Verbindungen bleiben so lange erhalten, bis der Kolben in den anderen Todpunkt, rechts, gelangt. In diesem Moment tritt wieder die Stellung Fig. 18 ein, als Übergang nach der zu Fig. 19 symmetrischen, in welcher die rechte Cylinderhälfte Druckwasser bekommt, während links durch den Kanal a_1 Auströmung stattfindet.

Die Wassersäulenmaschinen haben einen sehr hohen Wirkungsgrad (80–90%) und sind hinsichtlich der Wartung außerordentlich bequem; namentlich eignen sie sich im Anschluß an städtische Wasserleitungen für den Betrieb kleinerer Arbeitsmaschinen. Bei den gewöhnlichen Wasserpreisen werden jedoch die Betriebskosten ziemlich hoch.

⁹⁾ Vergl. Rühlmann, Allgemeine Maschinenlehre, Bd. 1, S. 328. Braunschweig 1862.

¹⁰⁾ Vergl. Girard, Utilisation de la force vive de l'eau, Paris, sowie die meisten Lehrbücher über Turbinen.

Litteratur.

a. Selbständige Schriften.

- F. Redtenbacher. Die Luftexpansionsmaschine. Mannheim 1853.
 H. Boëtius. Die Ericsson'sche kalorische Maschine und Lenoir's Gasmaschine. Hamburg 1861.
 A. Musil. Die Motoren für Kleingewerbe. Vortrag. Klagenfurt 1875.
 G. Kosak. Katechismus der Einrichtung und des Betriebes der Motoren für Kleinindustrie. Wien 1877.
 A. Musil. Die Motoren für das Kleingewerbe. Braunschweig 1878.
 P. Heil. Die wichtigsten Kleinkraftmaschinen. Braunschweig 1878.
 E. Brauer und A. Slaby. Versuche über Leistung und Brennmaterialverbrauch von Kleinmotoren. Heft I. Berlin 1879.
 F. W. Bork. Die Kraftmaschine für das Kleingewerbe und ihre Prüfung auf Leistungsfähigkeit und Betriebskosten auf der Fachausstellung von Kraft- und Arbeitsmaschinen zu Erfurt. Berlin 1880.

b. Abhandlungen in Zeitschriften.

- Die Luftmaschine von Shaw. *Mechan. magazin*. Vol. 61. S. 98. 1854.
- Tresca. Expériences sur une machine à air chaud d'Ericsson. *Annales du Conservatoire des arts et métiers*. Vol. 1. S. 832. 1861.
- Theorie der Lenoir'schen Gasmaschine von G. Schmidt. Vortrag. *Zeitschr. des österr. Ing.- u. Arch.-Ver.* Heft IV u. V. S. 85. 1861.
- Cazin. Théorie élémentaire des machines à air chaud. *Annales du Conservatoire des arts et métiers* Vol. V. S. 651. 1864.
- Roper's Heißluftmaschine von G. Delabar. *Dingl. polyt. Journ.* Bd. 178. S. 249. 1865.
- Tresca. Expériences sur une machine à air chaud de Belou. *Bull. de la soc. d'encourag.* S. 9. 1867.
- Ziembinski. Zur Theorie der Gasmaschinen. *Civiling.* S. 147. 1868.
- Delabar. Mitteilungen über die neuesten Fortschritte bezüglich der Dampf-, Gas- und Heißluftmaschinen. *Dingl. polyt. Journ.* Bd. 194. S. 1—14, 169—188, 257—284 u. 361—388. 1869.
- Leclert. Théorie élémentaire de la machine à air. *Ann. du génie civil.* S. 769. 1871.
- G. Schmidt. Theorie der Lehmann'schen Heißluftmaschine. *Zeitschr. des Ver. Deutsch. Ing.* S. 1 u. 97. 1871.
- Air engines. *Engng.* Vol. 19. S. 200, 241, 287, 355, 417 u. 504. 1875.
- Wüst. Neuere Luftmaschinen. *Zeitschr. des Ver. Deutsch. Ing.* S. 407. 1877.
- Hock's Heißluftmaschine. *Dingl. polyt. Journ.* Bd. 225. S. 227. 1877.
- Machine à air chaud de Rider. *Ann. du génie civil.* S. 113. 1877.
- A. Slaby. Der geräuschlose Otto'sche Gasmotor. Vortrag. *Verh. d. Ver. zur Bef. d. Gewbfl. in Preussen.* Sitzungsbericht. S. 46. 1878.
- A. Slaby. Zur Theorie der geschlossenen Luftmaschinen. *Verh. d. Ver. zur Bef. d. Gewbfl. in Preussen.* S. 375. 1878.
- A. Slaby. Die Kleinmotoren auf der Pariser Weltausstellung 1868. *Dingl. polyt. Journ.* Bd. 230. S. 289 u. 373. 1878.
- Die Gasmaschine von Bisschop. *Revue ind.* S. 351. 1878.
- Stenberg's Heißluftmaschine. *Dingl. polyt. Journ.* Bd. 228. S. 391. 1878.
- A. Slaby. Theorie der Heißluftmaschine von Rennes. *Dingl. polyt. Journ.* Bd. 231. S. 119. 1879.
- A. Slaby. Neuere Gasmaschinen (Simon u Bisschop). Vortrag. *Verh. d. Ver. zur Beförderung d. Gewbfl. in Preussen.* Sitzungsbericht. S. 38. 1879.
- A. Slaby. Neuerungen an Luft- und Gasmaschinen. *Dingl. polyt. Journ.* Bd. 236. S. 1. 1880.
- A. Slaby. Die Kleinmotorenfrage und ihr augenblicklicher Standpunkt. Vortrag gehalten auf der Hauptversammlung des Vereins Deutscher Ingenieure in Köln am 25. August 1880. *Zeitschr. d. Ver. Deutsch. Ing.* S. 497. 1880.
- R. Schöttler. Über die Heißluftmaschine von Rider. *Zeitschr. d. Ver. Deutsch. Ing.* S. 633. 1881.
-