

**Badische Landesbibliothek Karlsruhe**

**Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe**

**Die Luftexpansions-Maschine**

**Redtenbacher, Ferdinand**

**Mannheim, 1853**

Prüfung der entwickelten Theorie

[urn:nbn:de:bsz:31-266528](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-266528)

Diese Resultate sind nun in jeder Hinsicht sehr günstig. Der Cylinderquerschnitt A ist nun etwas kleiner, als der einer *Watt'schen* Maschine von gleicher Kraft. Die Heizfläche beträgt beinahe nur den dritten Theil von der eines Dampfkessels, und der Brennstoffverbrauch ist ebenfalls drei Mal kleiner, als bei der besten Dampfmaschine, die mit Condensation und mit Expansion arbeitet.

Wenn also diese Rechnungsresultate wenigstens annähernd richtig sind, und wenn es ferner praktisch möglich ist, die für einen günstigen Effekt aufgefundenen Bedingungen zu realisiren, so unterliegt es keinem Zweifel, dass diese Luftexpansions-Maschinen von bedeutendem praktischen Werth werden, dass sie sogar in sehr vielen Fällen die Dampfmaschinen mit Vortheil ersetzen könnten. Diese Resultate sind so viel versprechend, dass es als nothwendig erscheint, die Genauigkeit und Realisirbarkeit derselben auf das sorgfältigste zu prüfen, was in den folgenden Nummern geschehen soll.

### *Prüfung der entwickelten Theorie.*

Die Rechnungsmethode, durch welche wir zu den Resultaten gekommen sind, beruht auf den allgemeinen Prinzipien der Mechanik, die ein für alle Mal feststehen, und durch keine neue Erfindung umgestossen werden. Die Durchführung der Rechnung ist sicherlich fehlerfrei, sie ist mehrmals wiederholt worden. Wenn also die Resultate unrichtig sind, so kann dies herrühren, theils von ungenauen Coeffizienten, theils von nicht ganz naturgemässen Voraussetzungen, theils endlich von verschiedenen in der Rechnung vernachlässigten Einflüssen.

Die Coeffizienten, welche in der Rechnung vorkommen, sind: 1)  $s = 0.2669$  die spezifische Wärme der Luft; 2) der Ausdehnungscoeffizient für Gase  $\alpha = 0.00375$ ; 3)  $k = \frac{1}{253}$  der Wärmeleitungscoefficient; 4)  $\lambda = 2$  die Zahl, welche angibt, wie oftmals die in den Feuerungsraum einströmende Luft grösser ist, als die zum vollkommenen Verbrennen nothwendige kleinste Luftmenge; 5)  $\xi = 6000$  die Heizkraft der Steinkohlen.

Der obige Werth von  $s$  ist derjenige, welchen die Physiker für die spezifische Wärme der Gase bei mässigen Temperaturen gefunden haben. Sollte  $s$  mit der Temperatur bedeutend veränderlich und für hohe Temperaturen bedeutend grösser sein, als wir angenommen haben (z. B. noch ein Mal so gross), so würden die aufgefundenen numerischen Resultate viel zu günstig sein.

Für den Coefficienten  $\alpha$  haben wir denjenigen Werth in Rechnung gebracht, welchen die Physiker für mässigere Temperaturen gefunden haben. Wahrscheinlich ist  $\alpha$  nicht ganz constant. Sollte  $\alpha$  für hohe Temperaturen bedeutend kleiner sein, als wir angenommen haben, so würden die numerischen Resultate abermals zu günstig sein, wovon man sich durch die Gleichung (50) am leichtesten überzeugen wird.

Den Coefficienten  $k$  haben wir durch die mittleren Erfahrungen bestimmt, welche man an den Apparaten zur Erhitzung der Luft für Hochöfen gemacht hat. In diesem Werth kann auch eine Unrichtigkeit liegen, die jedoch nur auf die für den Heizapparat nothwendige Heizfläche, nicht aber auf die Leistungen der Maschine Einfluss haben kann. Wäre  $k$  veränderlich und für hohe Temperaturen bedeutend kleiner als  $\frac{1}{253}$ , so würde dies zur Folge haben, dass wir die Heizflächen zu klein bestimmt hätten. Wie aber auch  $k$  beschaffen sein mag, so steht doch der Satz fest, dass der Röhrenapparat mit Gegenströmen das beste Resultat zu geben vermag.

Für den Coefficienten  $\lambda$  haben wir denjenigen in Rechnung gebracht, welcher, der Erfahrung gemäss, für Kesselheizungen gilt, und es ist kein Grund vorhanden, wesshalb es sich bei diesen Luftheizungen anders verhalten solle. Eine unrichtige Annahme von  $\lambda$  würde übrigens nur allein auf die Heizfläche, und auch auf diese nur einen sehr unbedeutenden Einfluss haben.

Die Heizkraft  $\S$  der Steinkohlen ist zuverlässig, erfahrungsgemäss angenommen worden.

Durch einige der Voraussetzungen, welche gemacht wurden, können vielleicht merkliche Fehler entstehen.

Die Theorie der Heizapparate beruht auf den Voraussetzungen, dass die durch die Heizfläche gehende Wärmemenge der Differenz der Temperaturen, welche zu beiden Seiten der Heizfläche vorhanden sind, proportional sei, und dass in allen Punkten des Querschnittes eines Stromes einerlei Temperatur herrsche. Sollten diese Voraussetzungen unrichtig sein, so würde dies wohl auf die Grösse der Heizfläche, aber nicht auf die Leistungen der Maschine Einfluss haben.

Die Effectberechnung der Maschine beruht auf den Voraussetzungen, dass sich die Temperatur der Luft während ihrer Ausdehnung nicht ändere, dass also das *Mariott'sche* Gesetz gelte.

Diese Voraussetzung ist eine unrichtige; die Temperatur der Luft nimmt mit der Ausdehnung ab, die Spannkraft der Luft nimmt

daher mehr als im Verhältniss der Dichte ab; die Wirkung der Expansion ist demnach zu günstig berechnet; der dadurch entstehende Fehler wird jedoch wegen der hohen Temperatur doch nicht gross sein.

Vernachlässigt wurden in der Rechnung: die Abkühlungen des ganzen Apparates durch dessen Berührung mit der ihn umgebenden Luft; der Reibungswiderstand der Luft in den Röhren; das Entweichen der Luft zwischen den Kolben und Cylindern, an den Ventilen und an den Verbindungen der verschiedenen Bestandtheile des ganzen Apparates.

Gegen die Wärmeverluste durch Abkühlung kann man sich durch Einhüllungen des ganzen Apparates mit schlechten Wärmeleitern eben so gut schützen, wie bei den Dampfmaschinen, aber beträchtliche Luftverluste werden selbst bei äusserst vollkommener Ausführung der Maschine nur schwer zu vermeiden sein.

Aber ungeachtet all der aufgeführten Mängel der entwickelten Theorie dürfte doch das Hauptresultat derselben, dass nämlich die Luftexpansions-Maschine, wenn ihre praktische Ausführung gut gelingt, hinsichtlich des Brennstoffverbrauches der Dampfmaschine vorzuziehen wäre, durch die Erfahrung bestätigt werden, denn dieses Urtheil könnte doch nur dann ein unrichtiges sein, wenn die Wärmekapazität der Luft bei hohen Temperaturen bedeutend grösser wäre, als wir in Rechnung gebracht haben.

*Praktische Schwierigkeiten, den Bedingungen einer zweckmässigen und vortheilhaften Einrichtung zu entsprechen.*

Eine starke Verdichtung und hohe Temperatur der Luft, grosse Geschwindigkeit der Kolben, starke Expansion, vollkommen luftdichter Verschluss in allen Theilen der Maschine, Schutz gegen Wärmeverlust, ein Röhrenapparat mit hinreichender Heizfläche und mit Gegenströmen: dies sind, wie wir gesehen haben, die Bedingungen, bei deren Erfüllung ein vortheilhaftes Resultat erwartet werden kann. Wir wollen nun sehen, ob und auf welche Weise diesen Anforderungen entsprochen werden kann.

Die starke Verdichtung von so grossen Luftmassen, wie sie zum Betrieb dieser Maschine nothwendig sind, verursacht mancherlei Schwierigkeiten, insbesondere aber wird es schwer halten, eine ganz befriedigende Construction der Verdichtungspumpe zu Stande zu bringen. Ein luftdichter Verschluss des Kolbens kann wohl durch die gegenwärtig bei Gebläsen übliche Einrichtung der Kolben-