

# **Badische Landesbibliothek Karlsruhe**

**Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe**

## **Die calorische Maschine**

**Redtenbacher, Ferdinand**

**Mannheim, 1853**

Theorie der Luftherhitzungsapparate

[urn:nbn:de:bsz:31-266513](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-266513)

*Theorie der Lufterhitzungsapparate.*

Um die durch die Pumpe comprimirt Luft zu erhitzen, kann man verschiedene Apparate anwenden, die sich in drei Klassen eintheilen lassen, welche ich a) Kesselapparate, b) Röhrenapparate mit Parallelströmen, c) Apparate mit Gegenströmen nennen will.

Die Kesselapparate stimmen in ihrer Einrichtung mit den gewöhnlichen Dampfapparaten überein, bestehen also aus einem grösseren, den glühenden Verbrennungsgasen ausgesetzten Kessel, in welchen die Luft durch die Pumpe eingetrieben wird, und aus welchem sie dann im erwärmten Zustand durch eine Röhre der Kraftmaschine zuströmt. Man darf annehmen, dass in diesen Apparaten im Innern des Kessels überall die gleiche Temperatur vorhanden ist. Streng genommen wird zwar auch bei diesen Apparaten die Temperatur der Luft von dem Einströmungsort an bis zu dem Ausströmungsort hin nach einem gewissen Gesetz wachsen; allein wenn der Querschnitt des Kessels im Verhältniss zum Querschnitt der Zu- und Ableitungsröhren sehr gross ist, wie es bei einem Gefäss, das man einen Kessel nennt, immer der Fall ist, so werden in der ganzen Ausdehnung eines solchen Kessels keine merklichen Temperaturunterschiede vorkommen. Die theoretisch-vortheilhafteste Benutzung der Wärme würde bei einem derartigen Apparat dann eintreten, wenn die Verbrennungsgase, da wo sie den Kessel verlassen und nach dem Kamine ziehen, bis zu der im Innern des Kessels herrschenden Temperatur abgekühlt wären. Diese theoretisch-vortheilhafteste, aber dennoch nicht sehr günstige Benutzung der Wärme würde aber einen unendlich grossen Kessel erfordern.

Unter einem Röhrenapparat mit Parallelströmen wollen wir einen Apparat verstehen, bei welchem die comprimirt und zu erwärmende Luft durch verhältnissmässig enge Röhren nach einer Richtung getrieben wird, die mit der Richtung des vom Feuerherd nach dem Kamin hinziehenden Stromes der Verbrennungsgase übereinstimmt. Wenn die Röhren eng und hinreichend nahe neben einander gelegt sind, so darf man annehmen, dass im Innern der Röhre in einem und demselben Querschnitt eine und dieselbe Temperatur herrscht, und dass auch in dem äusseren Strom der Verbrennungsgase in allen Punkten eines Querschnittes dieses Stromes die gleiche Temperatur vorhanden sei. Auch bei diesem Apparat würde, wie bei dem vorhergehenden, die vortheilhafteste Benutzung

der Wärme dann eintreten, wenn die Temperaturen der nach dem Kamine entweichenden Verbrennungsgase und die von dem Apparat nach der Kraftmaschine strömende Luft übereinstimmen, was auch hier eine unendlich grosse Heizfläche erforderte.

Unter einem Röhrenapparat mit Gegenströmen wollen wir endlich einen Apparat verstehen, der sich von dem vorhergehenden nur dadurch unterscheidet, dass die Richtung des inneren Stromes jener des äusseren Stromes entgegengesetzt ist. Da bei dieser Anordnung die Verbrennungsgase da austreten, wo die zu erwärmende kalte Luft in den Ofen eintritt, so können die Verbrennungsgase möglicher Weise bis zur Temperatur der äusseren atmosphärischen Luft abgekühlt werden, es kann also die in den Verbrennungsgasen enthaltene Wärme viel vollständiger benutzt werden, als bei den vorhergehenden Anordnungen.

Wir wollen uns nun mit der Theorie dieser drei Anordnungen beschäftigen, müssen aber, um die Rechnungen durchführen zu können, folgende Voraussetzungen machen. Wir nehmen an 1) dass in jedem Punkt eines und desselben Querschnittes irgend eines Stromes eine und dieselbe Temperatur herrscht. Diese Annahme kann mit der Wirklichkeit nur bei verhältnissmässig kleinem Querschnitte übereinstimmen; es ist dies aber überhaupt eine Grundbedingung, die erfüllt werden muss, damit einem Luft- oder Gasstrom seine Wärme möglichst entzogen werden kann. 2) Dass die spezifische Wärme der Luft, unabhängig von der Temperatur, demnach konstant sei. Dies ist nicht genau richtig, denn der Erfahrung gemäss wächst die spezifische Wärme mit der Temperatur. 3) Dass die Wärmemenge, welche in 1" durch einen Quadratmeter einer Metallfläche geht, wenn die beiden Seiten mit Luft von verschiedenen Temperaturen in Berührung stehen, der Differenz dieser Temperaturen proportional sei. Dies ist abermals nicht genau richtig, denn die Erfahrung hat gelehrt, dass diese Wärmemenge mit dem Wachsen der Temperaturdifferenz in einem höheren Maasse zunimmt, als mit der ersten Potenz der Temperaturdifferenz.

Die Resultate, welche wir finden werden, sind daher nur Annäherungen an die Wahrheit, die aber jedenfalls dem Ziel näher liegen werden, als das gewöhnliche Ofenheizungsgeschwätz.

Der Berechnung legen wir folgende Bezeichnungen zu Grunde:  
 F die Heizfläche des Apparates, d. h. diejenige Fläche, welche einerseits mit den Verbrennungsgasen, andererseits mit der zu erwärmenden Luft in Berührung steht.

s = 0.2669 die Wärmekapazität der atmosphärischen Luft.

S die Wärmekapazität der Verbrennungsgase, welche ebenfalls nahe gleich 0.2669 ist.

$\alpha = 0.00375$  der Ausdehnungscoefficient der Gase.

$k = \frac{1}{253}$  die Wärmemenge, die durch 1 Quadratmeter der Kessel- oder Röhrenfläche in einer Sekunde bei einer Temperaturdifferenz von einem Grad durchgeht. Dieser numerische Werth von k wird später für gusseiserne Röhrenapparate nachgewiesen werden.

q die Luftmenge in Kilogrammen, welche in jeder Sekunde erwärmt werden soll.

Q die Luftmenge in Kilogrammen, welche in jeder Sekunde von dem Feuerherd aus nach dem Kamin strömt.

$\lambda$  die Temperatur der in den Feuerherd einströmenden das Verbrennen unterhaltenden Luft.

$T_0$  die Temperatur der Verbrennungsgase unmittelbar über dem Rost.

$T_1$  die Temperatur, mit welcher die Verbrennungsgase den Ofen verlassen und nach dem Kamine ziehen.

$t_0$  die Temperatur, mit welcher die zu erwärmende Luft in den Ofen eintritt.

$t_1$  die Temperatur, mit welcher die erwärmte Luft den Ofen verlässt.

$\mathcal{S}$  die Heizkraft des Brennstoffes, d. h. die Wärmemenge, welche durch Verbrennung von 1 Kilogramm Brennstoff entwickelt wird.

B die Brennstoffmenge, welche in jeder Sekunde auf dem Feuerherd verbrannt werden muss, um in 1 Sekunde die q Kilogramm Luft von  $t_0$  Grad auf  $t_1$  Grad zu erhitzen.

$\lambda$  ein Coefficient, welcher angibt, wie viel Mal die in den Feuerherd einströmende Luftmenge grösser ist, als die kleinste zum Verbrennen von B Kilogrammen Brennstoff nothwendige Luftmenge.

$e = 2.718$  die Basis der natürlichen Logarithmen.

Diese Bezeichnungen sollen für alle drei Arten von Apparaten gelten. Wenn jedoch der Werth einer dieser Grössen für einen besonderen der drei Apparate hervorgehoben werden soll, so wollen wir das allgemeine Zeichen mit dem Index k, p oder g versehen, je nachdem sich das Zeichen auf einen Apparat der ersten, der zweiten oder der dritten Art bezieht.

Nebst den früher angegebenen Voraussetzungen wollen wir auch noch annehmen, dass durch die äussere Umhüllung oder Einmauerung des Heizapparates keine Wärme verloren geht.