

Badische Landesbibliothek Karlsruhe

Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe

Der Maschinenbau

Redtenbacher, Ferdinand

Mannheim, 1863

Nachweisung, dass der Gegenstromapparat die vortheilhafteste Leistung
gibt

[urn:nbn:de:bsz:31-270981](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-270981)

noch eine analytische Nachweisung der Vortheile des Gegenstromapparates folgen.

Nachweisung, daß der Gegenstromapparat die vortheilhafteste Leistung gibt. Wir wollen nun untersuchen, welcher von den drei Apparaten den Vorzug verdient. Der vortheilhafteste Apparat ist offenbar derjenige, welcher die kleinste Heizfläche erfordert, um in einer gewissen Luftmenge q mit einem bestimmten Brennstoffaufwand B eine bestimmte Temperaturerhöhung hervorzubringen.

Wenn wir aber annehmen, dass für alle drei Apparate $t_0, t_1, A, \lambda, S, B$ einerlei Werth haben, so geben zunächst die aufgefundenen Gleichungen für T_0, T_1, Q die gleichen Werthe. Der vortheilhafteste Apparat ist also derjenige, bei welchem für die gleichen Werthe von $T_1, T_0, t_1, t_0, Q, q, S, s, k$ der Werth von F am kleinsten ausfällt.

Vergleichen wir zunächst den Kesselapparat mit dem Parallelstromapparat.

Für den Parallelstromapparat ist die Heizfläche:

$$\frac{1}{k} \frac{\log \frac{T_0 - t_0}{T_1 - t_1}}{\frac{1}{Qs} - \frac{1}{qs}}$$

Für den Kesselapparat ist dagegen:

$$\frac{1}{k} \frac{\log \frac{T_0 - t_1}{T_1 - t_1}}{\frac{1}{Qs}}$$

Nun ist aber, da $t_1 > t_0$, $\frac{T_0 - t_0}{T_1 - t_1} < \frac{T_0 - t_1}{T_1 - t_1}$

$$\text{und } \frac{1}{Qs} - \frac{1}{qs} < \frac{1}{Qs}.$$

Der Parallelstromapparat erfordert demnach eine kleinere Heizfläche, als der Kesselapparat.

Um zu zeigen, dass der Gegenstrom eine kleinere Heizfläche erfordert, als der Parallelstrom, ist es nothwendig, für die in den Formeln für F erscheinenden Logarithmen die Reihen zu substituieren.

Es ist allgemein

$$\log \text{nat } x = 2 \left[\frac{x-1}{x+1} + \frac{1}{3} \left(\frac{x-1}{x+1} \right)^3 + \frac{1}{5} \left(\frac{x-1}{x+1} \right)^5 + \dots \right] \quad (1)$$

Bezeichnen wir die Heizfläche des Parallelstromapparates mit F_p , so ist vermöge (8), Seite 350

$$F_p = \frac{q s}{k} \frac{\lognat \frac{T_0 - t_0}{T_1 - t_1}}{\frac{T_0 - T_1}{t_1 - t_0} + 1}$$

und wenn man den Logarithmus mittelst obiger Reihe ausdrückt, so wird:

$$F_p = \frac{q s}{k} 2 (t_1 - t_0) \times$$

$$\frac{T_0 - T_1 + t_1 - t_0}{T_0 + T_1 - t_1 - t_0} + \frac{1}{3} \left(\frac{T_0 - T_1 + t_1 - t_0}{T_0 + T_1 - t_1 - t_0} \right)^3 + \dots$$

oder

$$F_p = \frac{q s}{k} 2 (t_1 - t_0) \times$$

$$\left[\frac{1}{T_0 + T_1 - t_1 - t_0} + \frac{1}{3} \frac{(T_0 - T_1 + t_1 - t_0)^2}{(T_0 + T_1 - t_1 - t_0)^3} + \dots \right] \quad (2)$$

Bezeichnet man die Heizfläche für den Gegenstromapparat mit F_g , so ist vermöge der Gleichungen (6), Seite 352

$$F_g = \frac{q s}{k} \frac{\lognat \frac{T_0 - t_1}{T_1 - t_0}}{\frac{T_0 - T_1}{t_1 - t_0} - 1}$$

Drückt man auch hier den Logarithmus mittelst der Reihe (1) aus, so wird

$$F_g = \frac{q s}{k} 2 (t_1 - t_0) \times$$

$$\frac{T_0 - T_1 + t_0 - t_1}{T_0 + T_1 - t_0 - t_1} + \frac{1}{3} \left(\frac{T_0 - T_1 + t_0 - t_1}{T_0 + T_1 - t_0 - t_1} \right)^3 + \dots$$

oder

$$F_g = \frac{q s}{k} 2 (t_1 - t_0) \times$$

$$\left[\frac{1}{T_0 + T_1 - t_0 - t_1} + \frac{1}{3} \frac{(T_0 - T_1 + t_0 - t_1)^2}{(T_0 + T_1 - t_0 - t_1)^3} + \dots \right] \quad (3)$$

Vergleicht man nun die Ausdrücke (2) und (3), so sieht man leicht, dass F_g kleiner ist als F_p , denn diese Ausdrücke unterscheiden sich nur allein durch die Zähler der Reihenglieder, und es ist $T_0 - T_1 + t_0 - t_1$ kleiner als $T_0 - T_1 + t_1 - t_0$.

Es ist somit nachgewiesen, dass der Kesselapparat der ungünstigste, der Apparat mit Parallelströmen der günstigere und der Gegenstromapparat der günstigste ist. Allein man kann sich auch leicht überzeugen, dass die Unterschiede in den Leistungen dieser Apparate nur dann von Belang sein werden, wenn die Temperaturdifferenz $t_1 - t_0$ bedeutend ist, denn wenn diese Differenz klein ist, kann man $t_1 - t_0$ gegen $T_0 - T_1$ vernachlässigen, und dann wird annähernd

$$F_k = F_p = F_g$$

Die Vortheile des Gegenstromes können also nur dann hervortreten, wenn die Luft stark erhitzt werden soll.

Die Hauptkessel besteht gewöhnlich aus einem oder aus mehreren röhrenförmigen, hölzernen oder eisernen Gefässen, die dem stehenden heißen Strom der fließenden kalten Flüssigkeit ausgesetzt sind, welche von einem Kessel nach dem Kessel strömen. Die Vorwärmungsgeräte ziehen längs den inneren mit Wasser in Berührung stehenden Theilen der Kessel wand hin, geben ihre Wärme an die Kesselwand ab, werden allmählich abgekühlt und erreichen, wenn sie ungefähr $\frac{2}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ ihres Wärmegehaltes abgegeben haben, das Kammin. Die in den Kessel eintretende Wärme bewirkt die Erwärmung und Verdampfung des Wassers. Der in jeder Sekunde gebildete Dampf wird im Behälterzustand des ganzen Apparates aus dem Kessel weggeführt, und das verdampfte Wasser wird vermittelst einer Pumpe wiederum erzeugt. Allein diese in jeder Sekunde zu ersetzende Wassermenge ist im Vergleich zum gesammten Wassergehalt des Kessels sehr klein (beträgt z. B. bei einer 100pferdigen Maschine nicht mehr als etwa $\frac{1}{100}$), daher herrscht in einem solchen Dampfapparat in allen Theilen des Apparates eine fast einheitliche Temperatur. Diese gewöhnlichen Dampfapparatvorrichtungen sind also sehr ähnlich als solche Apparate anzusehen, die wir im Vorhergehenden Kesselapparate genannt haben. Kessel haben jedoch die Kessel