

# **Badische Landesbibliothek Karlsruhe**

**Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe**

## **Der Maschinenbau**

**Redtenbacher, Ferdinand**

**Mannheim, 1863**

Theorie des Gegenstromapparates

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

$$F = -\frac{1}{k} \frac{Q S}{1 + \frac{Q S}{q s}} \operatorname{lognat} \left\{ \begin{array}{l} + T_1 \left( 1 + \frac{Q S}{q s} \right) \\ - \left( t_0 + \frac{Q S}{q s} T_0 \right) \end{array} \right\} + \text{const}$$

Durch Subtraktion dieser Gleichungen findet man:

$$F = \frac{1}{k} \frac{1}{\frac{1}{Q S} + \frac{1}{q s}} \operatorname{lognat} \frac{T_0 \left( 1 + \frac{Q S}{q s} \right) - \left( t_0 + \frac{Q S}{q s} T_0 \right)}{T_1 \left( 1 + \frac{Q S}{q s} \right) - \left( t_0 + \frac{Q S}{q s} T_0 \right)}$$

Mit Berücksichtigung der Gleichung (5) verwandelt sich diese Gleichung in folgenden einfachen Ausdruck:

$$F = \frac{1}{k} \frac{\operatorname{lognat} \frac{T_0 - t_0}{T_1 - t_1}}{\frac{1}{Q S} + \frac{1}{q s}} \dots \dots \dots (7)$$

Nun ist auch hier  $W = Q S (T_0 - T_1) = q s (t_1 - t_0)$ , demnach  $Q S = \frac{W}{T_0 - T_1}$ ,  $q s = \frac{W}{t_1 - t_0}$ . Führt man diese Werthe von  $Q S$  und von  $q s$  in (7) ein, so findet man:

$$F_p = \frac{W}{k} \frac{\operatorname{lognat} \frac{T_0 - t_0}{T_1 - t_1}}{T_0 - T_1 + (t_1 - t_0)} \dots \dots \dots (8)$$

**Theorie des Gegenstromapparates.** Es sei Tafel XV., Fig. 4 ein Längen- und Querschnitt des Apparates,  $m n p$ ,  $m_1 n_1 p_1$  zwei unendlich nahe Querschnitte desselben,  $U$ ,  $u$ ,  $U - dU$ ,  $u - du$  die Temperaturen in den Querschnitten  $n p$ ,  $m n$ ,  $n_1 p_1$ ,  $m_1 n_1$ ,  $f$  der zwischen dem Querschnitte  $E H$  und  $m p$  befindliche Theil der Heizfläche,  $df$  das zwischen  $m p$  und  $m_1 p_1$  befindliche Element der Heizfläche. Da mit dem Wachsen von  $f$  die Temperaturen  $U$  und  $u$  abnehmen, so bestehen hier folgende Beziehungen:

$$\left. \begin{array}{l} k (U - u) df = - Q S dU \\ - Q S dU = - q s du \end{array} \right\} \dots \dots \dots (1)$$

Durch Integration der letzteren dieser Gleichungen folgt:

$$Q S U = q s u + \text{const} \dots \dots \dots (2)$$

Nun ist für  $U = T_0$ ,  $u = t_1$  und für  $U = T_1$ ,  $u = t_0$ , daher hat man auch

$$\left. \begin{array}{l} Q S T_0 = q s t_1 + \text{const} \\ Q S T_1 = q s t_0 + \text{const} \end{array} \right\} \dots \dots \dots (3)$$

Durch Subtraktion dieser Gleichungen folgt:

$$QS(T_0 - T_1) = qs(t_1 - t_0) \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (4)$$

Durch Subtraktion der ersten der Gleichungen (3) und (2) ergibt sich aber:

$$QS(U - T_0) = qs(u - t_1)$$

Substituiert man den aus dieser Gleichung für  $u$  folgenden Werth in die erste der Gleichungen (1), so verwandelt sich dieselbe in folgende:

$$k \left[ U - t_1 - \frac{QS}{qs}(U - T_0) \right] df = -QS dU$$

Hieraus folgt:

$$df = -\frac{QS}{k} \frac{dU}{\left(1 - \frac{QS}{qs}\right)U + \frac{QS}{qs}T_0 - t_1}$$

Das Integrale dieser Gleichung ist:

$$f = -\frac{1}{k} \frac{QS}{1 - \frac{QS}{qs}} \operatorname{lognat} \left\{ \begin{array}{l} + \left(1 - \frac{QS}{qs}\right)U \\ + \frac{QS}{qs}T_0 - t_1 \end{array} \right\} + \text{const}$$

Nun ist für  $f = 0$ ,  $U = T_0$  und für  $f = F$ ,  $U = T_1$ , man hat daher auch:

$$0 = -\frac{1}{k} \frac{QS}{1 - \frac{QS}{qs}} \operatorname{lognat} \left\{ \begin{array}{l} + \left(1 - \frac{QS}{qs}\right)T_0 \\ + \frac{QS}{qs}T_0 - t_1 \end{array} \right\} + \text{const}$$

$$F = -\frac{1}{k} \frac{QS}{1 - \frac{QS}{qs}} \operatorname{lognat} \left\{ \begin{array}{l} + \left(1 - \frac{QS}{qs}\right)T_1 \\ + \frac{QS}{qs}T_0 - t_1 \end{array} \right\} + \text{const}$$

Durch Subtraktion dieser Gleichungen ergibt sich:

$$F = \frac{1}{k} \frac{1}{\frac{1}{QS} - \frac{1}{qs}} \operatorname{lognat} \frac{\left(1 - \frac{QS}{qs}\right)T_0 + \frac{QS}{qs}T_0 - t_1}{\left(1 - \frac{QS}{qs}\right)T_1 + \frac{QS}{qs}T_0 - t_1}$$

Mit Berücksichtigung der Gleichung (4) wird nun dieser Ausdruck für  $F$

$$F = \frac{1}{k} \frac{\log_{\text{nat}} \frac{T_0 - t_1}{T_1 - t_0}}{\frac{1}{Q S} - \frac{1}{q s}} \dots \dots \dots (5)$$

Es ist auch für diesen Apparat  $W = Q S (T_0 - T_1) = q s (t_1 - t_0)$ , demnach  $Q S = \frac{W}{T_0 - T_1}$ ,  $q s = \frac{W}{t_1 - t_0}$ . Führt man diese Werthe von  $Q S$  und von  $q s$  in den Ausdruck für  $F_g$  ein, so findet man auch:

$$F_g = \frac{W}{k} \frac{\log_{\text{nat}} \frac{T_0 - t_1}{T_1 - t_0}}{T_0 - T_1 - (t_1 - t_0)} \dots \dots \dots (6)$$

**Vorzüge des Gegenstromapparates.** Es ist klar, dass diejenige Heizeinrichtung die vortheilhafteste ist, durch welche die Verbrennungsgase am vollständigsten abgekühlt werden können. Die Temperatur, bis zu welcher die Gase möglicher Weise abgekühlt werden können, ist gleich derjenigen, die in der zu erwärmenden Flüssigkeit an der Stelle der Heizfläche herrscht, wo die Verbrennungsgase die Heizfläche verlassen und nach dem Kamin ziehen.

In den Kesselapparaten herrscht im Innern überall beinahe einerlei Temperatur, und diese ist so hoch, als überhaupt die Temperatur, bis zu welcher die Flüssigkeit erwärmt werden soll. Die Verbrennungsgase können daher bei einem Kesselapparat nur bis zur Temperatur der zu erwärmenden Flüssigkeit abgekühlt werden. Ist diese Temperatur niedrig, so kann mit einem Kesselapparat die Wärme der Verbrennungsgase sehr vortheilhaft ausgenützt werden. Ist dagegen die Temperatur, bis zu welcher die Flüssigkeit erwärmt werden soll, sehr hoch, so wird ein Kesselapparat sehr ungünstige Resultate liefern. Aus einem Parallelstromapparat tritt die erwärmte Flüssigkeit da aus, wo die Verbrennungsgase die Heizfläche verlassen. Die Verbrennungsgase können daher bei einem solchen Apparat auch nur bis zu der Temperatur abgekühlt werden, bis zu welcher die Flüssigkeit erwärmt werden soll. Die höchsten Leistungen eines Parallelstromapparates werden daher günstig oder ungünstig ausfallen können, je nachdem die zu erwärmende Flüssigkeit eine niedrige oder eine hohe Temperatur erreichen soll. Bei einem Gegenstromapparat tritt die zu erwärmende Flüssigkeit an der Stelle ein, wo die Verbrennungsgase die Heizfläche verlassen, erfolgt dagegen der Austritt da, wo die Verbrennungsgase zuerst mit der Heizfläche in Berührung treten. Bei einem solchen Apparat können also die Verbrennungsgase bis zu der jederzeit sehr niedrigen Temperatur abgekühlt werden, mit welcher die zu erwärmende Flüssigkeit in