# Der Maschinenbau


**Redtenbacher, Ferdinand**



**Mannheim, 1863**


Bedingungen der vortheilhaftesten Effektleistung


urn:nbn:de:bsz:31-270981

**Leistungen einer expandirenden Maschine, zweiter Fall.** Der Cylinderquerschnitt $O$ und der Expansionsgrad $\frac{l_1}{l}$ sind bekannt. Es soll bestimmt werden: 1) die Dampfspannung $p$, 2) die Effektleistung, 3) die Wasserförderung $q$, vorausgesetzt, dass der Maschine ein gewisser nützlicher Widerstand $R$ zu überwinden aufgebürdet wird und dass im Kessel in jeder Sekunde eine Dampfmenge $S$ erzeugt wird. Gegeben sind also $O$, $\frac{l_1}{l}$, $m$, $r$, $S$, $R$, zu suchen dagegen $p$, $v$, $N$, $q$.

Man bestimmt zuerst den Werth von $k$ vermittelst der Gleichung (19):

$$k = \frac{l_1}{l} + \left(\frac{l_1}{l} + m\right) \text{lognat} \frac{l + m\,l}{l_1 + m\,l} \quad \ldots \quad (25)$$

Dann gibt die Gleichung (21) für $p$ folgenden Werth:

$$p = \frac{\frac{1}{2}\frac{R\,\pi}{O} + \left(\frac{\alpha}{\beta} + r\right)}{k} - \frac{\alpha}{\beta} \quad \ldots \ldots \quad (26)$$

Nun folgt aus (23):

$$v = \frac{S - s}{O\left(\frac{l_1}{l} + m\right)(\alpha + \beta\,p)} \quad \ldots \ldots \quad (27)$$

und endlich aus (22):

$$N = \frac{O\,v}{75\left[\left(\frac{\alpha}{\beta} + p\right)k - \left(\frac{\alpha}{\beta} + r\right)\right]} \quad \ldots \ldots \quad (28)$$

**Bedingungen der vortheilhaftesten Effektleistung.** Diese Bedingung ist, dass $\frac{75\,N}{S}$ möglich gross sein soll. Aus (22) und (23) folgt, wenn man $s$ vernachlässiget:

$$\frac{75\,N}{S} = \frac{\left(\frac{\alpha}{\beta} + p\right)k - \left(\frac{\alpha}{\beta} + r\right)}{\left(\frac{l_1}{l} + m\right)(\alpha + \beta\,p)}$$

oder

$$\frac{75\,N}{S} = \frac{1}{\beta}\,\frac{1}{\frac{l_1}{l} + m}\left(k - \frac{\alpha + \beta\,r}{\alpha + \beta\,p}\right) \quad \ldots \ldots \quad (29)$$

Nun sind $p$ und $\frac{l_1}{l}$ zwei von einander unabhängige Grössen; es handelt sich also darum, diejenigen Werthe von $p$ und von $\frac{l_1}{l}$ zu bestimmen, für welche $\frac{75\,N}{S}$ ein Maximum wird. Der vortheilhafteste Werth von $p$ ist offenbar, wie aus (29) zu ersehen ist, eine im Verhältniss zu dem schädlichen Widerstand möglichst grosse Dampfspannung. Der vortheilhafteste Werth von $\frac{l_1}{l}$ wird bestimmt, indem man den Differenzialquotienten $\frac{d\left(\frac{75\,N}{S}\right)}{d\left(\frac{l_1}{l}\right)}$ sucht und denselben gleich Null setzt. Bezeichnet man zur Abkürzung $\frac{l_1}{l}$ mit $\xi$, so hat man:

$$k = \xi + (\xi + m) \operatorname{lognat}\left(\frac{1+m}{\xi+m}\right)$$

und

$$\frac{75\,N}{S} = \frac{1}{\beta}\,\frac{1}{\xi+m}\left(k - \frac{\alpha+\beta\,r}{\alpha+\beta\,p}\right)$$

Differenzirt man diese Gleichungen, so findet man:

$$\frac{dk}{d\xi} = 1 + \operatorname{lognat}\left(\frac{1+m}{\xi+m}\right) - 1 = \operatorname{lognat}\left(\frac{1+m}{\xi+m}\right) \quad . \quad . \quad (30)$$

$$\frac{d\left(\frac{75\,N}{S}\right)}{d\xi} = \frac{1}{\beta}\left[(\xi+m)\frac{dk}{d\xi} - k\right]\frac{1}{(\xi+m)^2} + \frac{1}{\beta}\,\frac{\alpha+\beta\,r}{\alpha+\beta\,p}\,\frac{1}{(\xi+m)^2} \quad (31)$$

oder wegen (30):

$$\frac{d\left(\frac{75\,N}{S}\right)}{d\xi} = \left(-\frac{1}{\beta}\,\xi + \frac{1}{\beta}\,\frac{\alpha+\beta\,r}{\alpha+\beta\,p}\right)\frac{1}{(\xi+m)^2}$$

Dieser Ausdruck verschwindet für

$$\xi = \frac{\alpha+\beta\,r}{\alpha+\beta\,p} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (31)$$

Für diesen Werth von $\xi$ wird die Spannung am Ende des Kolbenschubes vermöge (16):

$$y = \left[\frac{\xi+m}{1+m}(\alpha+\beta\,p) - \alpha\right]\frac{1}{\beta}$$

$$y = \frac{r}{1+m} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (32)$$

oder weil $m$ gegen die Einheit eine kleine Grösse ist:

$$y \text{ nahe} = r$$

d. h. die vortheilhafteste Expansion ist diejenige, bei welcher die Spannung des Dampfes im Cylinder hinter dem Kolben am Ende des Kolbenschubes nur noch gleich ist dem schädlichen Widerstand. Ist diese vortheilhafteste Expansion vorhanden, so läuft die Maschine am Ende des Kolbenschubes ganz kraftlos und wird nur durch die lebendige Kraft des Schwungrades getrieben. Die Geschwindigkeit der Maschine wird daher gegen das Ende des Kolbenschubes hin rasch abnehmen, demnach ungleichförmig gehen, dies ist aber ein Nachtheil, und daher ist es nicht zweckmässig, die hinsichtlich der Dampfbenutzung vortheilhafteste Expansion eintreten zu lassen, sondern eine etwas schwächere, so dass gegen das Ende des Kolbenschubes hin die Maschine doch noch mit merklicher Kraft getrieben wird. In Worten ausgedrückt, sind also die Bedingungen der vortheilhaftesten Effektleistung einer expandirenden Dampfmaschine: 1) eine im Verhältniss zum schädlichen Widerstand $r$ hohe Dampfspannung; 2) ein Expansionsgrad, bei welchem am Ende des Kolbenschubes die Spannung des Dampfes hinter dem Kolben nur noch gleich ist dem schädlichen Widerstand $r$. Diese Ergebnisse der Rechnung sind selbstverständlich und hätten auch ohne Rechnung eingesehen werden können.

**Abmessungen einer neu zu erbauenden expandirenden Maschine.** Für eine neu zu erbauende Expansionsmaschine ist gegeben $N$ und muss angenommen werden $r$, $p$, $\frac{l_1}{l}$, $v$. Die zu suchenden Grössen sind: $O$, $S$, $R$, $q$.

Man berechne zuerst den Werth von $k$ vermittelst (19), d. h. vermittelst

$$k = \frac{l_1}{l} + \left(\frac{l_1}{l} + m\right) \text{lognat} \frac{l + m l}{l_1 + m l} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (33)$$

sodann findet man aus (22):

$$O = \frac{75 \, N}{v \left[\left(\frac{\alpha}{\beta} + p\right) k - \left(\frac{\alpha}{\beta} + r\right)\right]} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (34)$$

ferner aus (21):

$$R = \frac{2 \, O}{\pi} \left[\left(\frac{\alpha}{\beta} + p\right) k - \left(\frac{\alpha}{\beta} + r\right)\right] \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (35)$$

ferner aus (23):

$$S = O \, v \left(\frac{l_1}{l} + m\right) (\alpha + \beta \, p) + s \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (36)$$

endlich aus (24):

$$q = S \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (37)$$

Die passenden Annahmen für $p$, $\frac{l_1}{l}$ und $v$ richten sich auch hier nach dem Zweck, dem die Maschine zu dienen hat. In den