# Der Maschinenbau

Redtenbacher, Ferdinand

Mannheim, 1863

Schwungräder für zwei gekuppelte nicht expandirende Maschinen

$$\frac{2\,\varrho\,\pi\,n}{60}\,Q = 75\,N \quad \text{oder} \quad Q\,\varrho = \frac{60 \times 75\,N}{2\,\pi\,n} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

(N die Pferdekraft der Maschine).

Ferner ist annähernd, wenn man die Masse der Arme des Schwungrades vernachlässiget:

$$\mu = \frac{G}{2\,g}\,R^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

(R Halbmesser des Schwungrades).

Endlich kann man $W^2 - w^2$ auf folgende Weise ausdrücken: Nennt man $\mathfrak{G}$ die mittlere Winkelgeschwindigkeit, so kann man setzen: $\frac{1}{2}(W + w) = \mathfrak{G}$ und $W - w = \frac{\mathfrak{G}}{i}$, wobei i eine Zahl ist, welche den Gleichförmigkeitsgrad der Bewegung misst. Hieraus folgt:

$$W^2 - w^2 = (W + w)(W - w) = \frac{2}{i}\,\mathfrak{G}^2 \quad . \quad . \quad . \quad (10)$$

Führt man (8), (9), (10) in (7) ein, so folgt:

$$G = 30 \times 75 \times g \left(\cos\alpha + \frac{2\,\alpha - \pi}{\pi}\right) \frac{N\,i}{n\,C^2} \quad . \quad . \quad . \quad (11)$$

Setzen wir $\alpha^0 = 39^0 + 32' + 25''$, $\pi = 3{\cdot}142$, $g = 9{\cdot}808$, so folgt:

$$G = 4645\,\frac{N\,i}{n\,C^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (12)$$

**Schwungräder für zwei gekuppelte nicht expandirende Maschinen.** Wir nennen P die Kraft, mit welcher jeder der beiden Kolben getrieben wird, Q den auf den Kurbelkreis reduzirten nützlichen Widerstand, welchen die beiden Maschinen zusammen zu überwinden haben, N die Pferdekraft der beiden Maschinen zusammen.

Während der Winkel $\widehat{ACB} = \varphi$, Tafel XXVIII., Fig. 8, zurückgelegt wird, schreitet der eine der beiden Kolben um $AF = \varrho(1 - \cos\varphi)$, der andere um $DE = \varrho \sin\varphi$ vorwärts, wird der Widerstand Q durch einen Weg $\widehat{AB} = \varrho\,\varphi$ überwunden und ändert sich die lebendige Kraft des Schwungrades um $\mu(\omega^2 - \omega_0^2)$. Nach dem Prinzip der Thätigkeit der Kräfte hat man also die Gleichung

$$P\,[\varrho\,(1 - \cos\varphi) + \varrho\,\sin\varphi] - Q\,\varrho\,\varphi = \mu\,(\omega^2 - \omega_0^2) \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

Im Beharrungszustand der Bewegung muss bei diesen gekuppelten Maschinen für $\varphi = \frac{\pi}{2}$ bereits die Geschwindigkeit eintreten, welche bei $\varphi = o$ vorhanden war, d. h. es muss für $\varphi = \frac{\pi}{2}$, $\omega = \omega_0$ werden. Demnach erhalten wir aus (1):

$$P \varrho (1 - \cos \pi + \sin \pi) - Q \varrho \frac{\pi}{2} = o$$

oder

$$P = \frac{\pi}{4} Q \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (2)$$

Führt man diesen Werth in (1) ein, so folgt:

$$Q \varrho \left[ \frac{\pi}{4} (\sin \varphi - \cos \varphi + 1) - \varphi \right] = \mu \, (\omega^2 - \omega_0^2) \quad . \; . \quad (3)$$

Die Werthe von $\varphi$, für welche $\omega^2$ ein Maximum oder ein Minimum wird, ergeben sich, wenn man diese Gleichung (3) differenzirt und $\frac{d\,(\omega^2)}{d\,\varphi} = o$ setzt. Man findet:

$$\frac{\pi}{4} (\cos \varphi + \sin \varphi) - 1 = o$$

Es ist aber $\sin \varphi + \cos \varphi = \sqrt{1 + \sin 2\varphi}$. Demnach folgt:

$$\sqrt{1 + \sin 2\varphi} = \frac{4}{\pi}, \quad \sin 2\varphi = \left(\frac{4}{\pi}\right)^2 - 1 \quad . \; . \; . \quad (4)$$

Nennt man $\alpha$ den kleinsten Werth von $\varphi$, welcher diesem Ausdruck entspricht, so ist:

$$\alpha^0 = 19^0 + 10' + 30'' \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (5)$$

und ist der zweite (innerhalb o und $90^0$) liegende Werth von $\varphi$, welcher der Gleichung (4) genügt:

$$90^0 - \alpha^0 = 70^0 + 49' + 30''$$

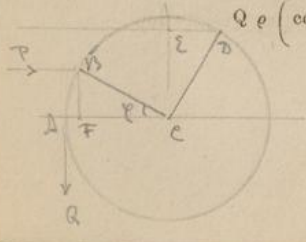
Der Winkel $\alpha$ entspricht dem Minimum w der Winkelgeschwindigkeit, der Winkel $\frac{\pi}{2} - \alpha$ dem Maximum W. Aus (3) folgt, wenn man $\varphi = \alpha$ und $\omega = w$, ferner $\varphi = \frac{\pi}{2} - \alpha$ und $\omega = W$ setzt,

$$Q \varrho \left[ \frac{\pi}{4} (\sin \alpha - \cos \alpha + 1) - \alpha \right] = \mu \, (w^2 - \omega_0^2)$$

$$Q \varrho \left\{ \frac{\pi}{4} \left[ \sin \left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) - \cos \left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) + 1 \right] - \left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) \right\} = \mu \, (W^2 - \omega_0^2)$$

Die Differenz dieser Gleichungen gibt:

$$Q \varrho \left( \cos \alpha - \sin \alpha - 1 + \frac{4\alpha}{\pi} \right) \frac{\pi}{2} = \mu \, (W^2 - w^2) \quad . \; . \quad (6)$$



Setzt man auch hier, wie früher Seite 555

$$Q \frac{2 \varrho \pi n}{60} = 75 \, N$$

$$\mu = \frac{G}{2 g} R^2$$

$$W^2 - w^2 = \frac{2 \mathfrak{S}^2}{i}, \quad R \mathfrak{S} = C$$

so findet man:

$$G = \frac{60 \times 75 \, g}{4} \left( \cos \alpha - \sin \alpha - 1 + \frac{4 \alpha}{\pi} \right) \frac{N i}{n C^2} \quad . \quad . \quad (7)$$

Nun ist $\sin \alpha = 0{\cdot}3284$, $\cos \alpha = 0{\cdot}9444$, $\frac{4 \alpha}{\pi} = 0{\cdot}4261$, daher wird:

$$G = 464{\cdot}5 \frac{N i}{n C^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

Vergleicht man diesen Werth mit jenem, welcher Seite 555 für einfache Maschinen gefunden wurde, so ersieht man, dass das Gewicht des Schwungrades der Maschine mit zwei gekuppelten Cylindern *zehn* mal leichter sein darf, als das Schwungrad einer einfachen Maschine von gleicher Kraft. Hieraus ergibt sich der sehr praktische Vortheil der Doppelmaschinen, indem mit einem verhältnissmässig sehr leichten Schwungrad eine sehr hohe Gleichförmigkeit der Bewegung erzielt werden kann.

**Das Schwungrad für Expansionsmaschinen mit einem Cylinder.** Nennen wir $y$ die Pressung des Dampfes auf einen Quadratmeter der Kolbenfläche, nachdem der Kolben einen Weg $x > l_1$ zurückgelegt hat. Wenn die Absperrung eintritt, ist das Volumen des eingeschlossen Dampfes $O l_1 + m O l$ und seine Spannkraft gleich $p$, mithin $O (l_1 + m l)(\alpha + \beta p)$ das Gewicht der eingeschlossenen Dampfmenge. Nachdem der Kolben einen Weg $x > l_1$ zurückgelegt hat, ist die eingeschlossene Dampfmenge $O (x + m l)(\alpha + \beta y)$. Man hat daher:

$$O \, (l_1 + m l) \, (\alpha + \beta p) = O \, (x + m l) \, (\alpha + \beta y)$$

Hieraus folgt:

$$y = \left( \frac{\alpha}{\beta} + p \right) \frac{l_1 + m l}{x + m l} - \frac{\alpha}{\beta} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

So lange $x <$ als $l_1$ ist, ist die Gleichung der Bewegung:

$$O (p - r) x - Q \varrho \varphi = \mu \, (\omega^2 - \omega_0^2) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$