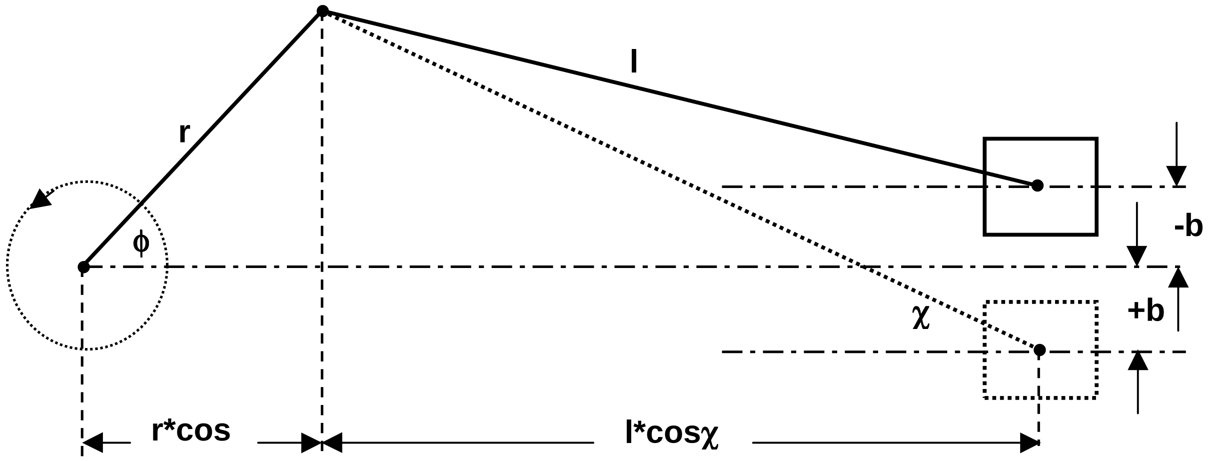
Geschränkter Kurbeltrieb

Da die meisten Motoren die produziert werden über einen Mittenversatz des Kolbenbolzens verfügen, sollen an dieser Stelle kurz die Zusammenhänge des geschränkten Kurbeltriebs dargestellt werden.



r	Kurbelradius
l	Pleuellänge
b	Kolbenbolzenversatz
ϕ	Kurbelwinkel

Definitionen: $\lambda = \frac{r}{l}$ $\beta = \frac{b}{l}$

für den Kolbenweg gilt:

$$x = r \cdot \cos(\phi) + l \cdot \cos(\kappa)$$

mit $\sin(\kappa) = \frac{r \cdot \sin(\phi) \pm b}{l} = \lambda \cdot \sin(\phi) \pm \beta$

$$\cos(\kappa) = \sqrt{1 - \sin^2(\kappa)}$$

$$\cos(\kappa) = \sqrt{1 - \left(\lambda \cdot \sin(\phi) \pm \beta\right)^2}$$

$$x = r \cdot \cos(\phi) + l \cdot \sqrt{1 - \left(\lambda \cdot \sin(\phi) \pm \beta\right)^2}$$

nach dem Satz des Pythagoras gilt:

Kolben im OT: $x_{OT} = \sqrt{(l+r)^2 - b^2}$

Kolben im UT: $x_{UT} = \sqrt{(l-r)^2 - b^2}$

damit lautet der Ausdruck für den gesamten Kolbenweg:

$$s = x_{OT} - x_{UT}$$

$$s = \sqrt{(l+r)^2 - b^2} - \sqrt{(l-r)^2 - b^2}$$

bzw. für eine beliebige Kolbenposition:

$$x_K = x_{OT} - x$$

$$x_K = \sqrt{(l+r)^2 - b^2} - \left[r \cdot \cos(\phi) + l \cdot \sqrt{1 - \left(\lambda \cdot \sin(\phi) \pm \beta\right)^2} \right]$$

$$x_K = r \cdot \left\{ \sqrt{\frac{(l+r)^2}{r^2} - \frac{b^2}{r^2}} - \left[\cos(\phi) + \frac{1}{\lambda} \cdot \sqrt{1 - \left(\lambda \cdot \sin(\phi) \pm \beta\right)^2} \right] \right\}$$

In dieser Gleichung für den Kolbenweg ist das Vorzeichen für β entsprechend der vorstehenden Skizze zu wählen. Wird in dieser Gleichung die Schränkung zu Null gesetzt dann ergibt sich die bekannte Gleichung für den einfachen Kurbeltrieb.

$$x_K = r \cdot \left\{ \frac{1}{\lambda} \cdot \sqrt{(1+\lambda)^2 - \beta^2} - \left[\cos(\phi) + \frac{1}{\lambda} \cdot \sqrt{1 - \left(\lambda \cdot \sin(\phi) \pm \beta\right)^2} \right] \right\}$$

die Ableitung des Kolbenweges nach der Zeit stellt die Kolbengeschwindigkeit dar:

$$c_K = \frac{dx_K}{dt} = \frac{dx_K}{d\phi} \cdot \frac{d\phi}{dt} = \omega \cdot \frac{dx_K}{d\phi}$$

$$c_K = r \cdot \omega \cdot \left\{ \sin(\phi) + \frac{1}{\lambda} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{2 \cdot \left(\lambda \cdot \sin(\phi) \pm \beta\right) \cdot \lambda \cdot \cos(\phi)}{\sqrt{1 - \left(\lambda \cdot \sin(\phi) \pm \beta\right)^2}} \right\}$$

$$c_K = r \cdot \omega \cdot \left\{ \sin(\phi) + \frac{\left(\lambda \cdot \sin(\phi) \pm \beta\right) \cdot \cos(\phi)}{\sqrt{1 - \left(\lambda \cdot \sin(\phi) \pm \beta\right)^2}} \right\}$$

Das Volumen des Brennraumes ergibt sich als Summe aus dem Kompressionsvolumen V_C und dem Hubvolumen V_H.

$$V = V_c + V_H$$

damit gilt für den Gradienten des Volumens:

$$\frac{dV}{d\phi} = \frac{dV_H}{d\phi}$$

Das Hubvolumen ergibt sich als Produkt der Kolbenfläche A_K und dem gesamten Kolbenweg s.

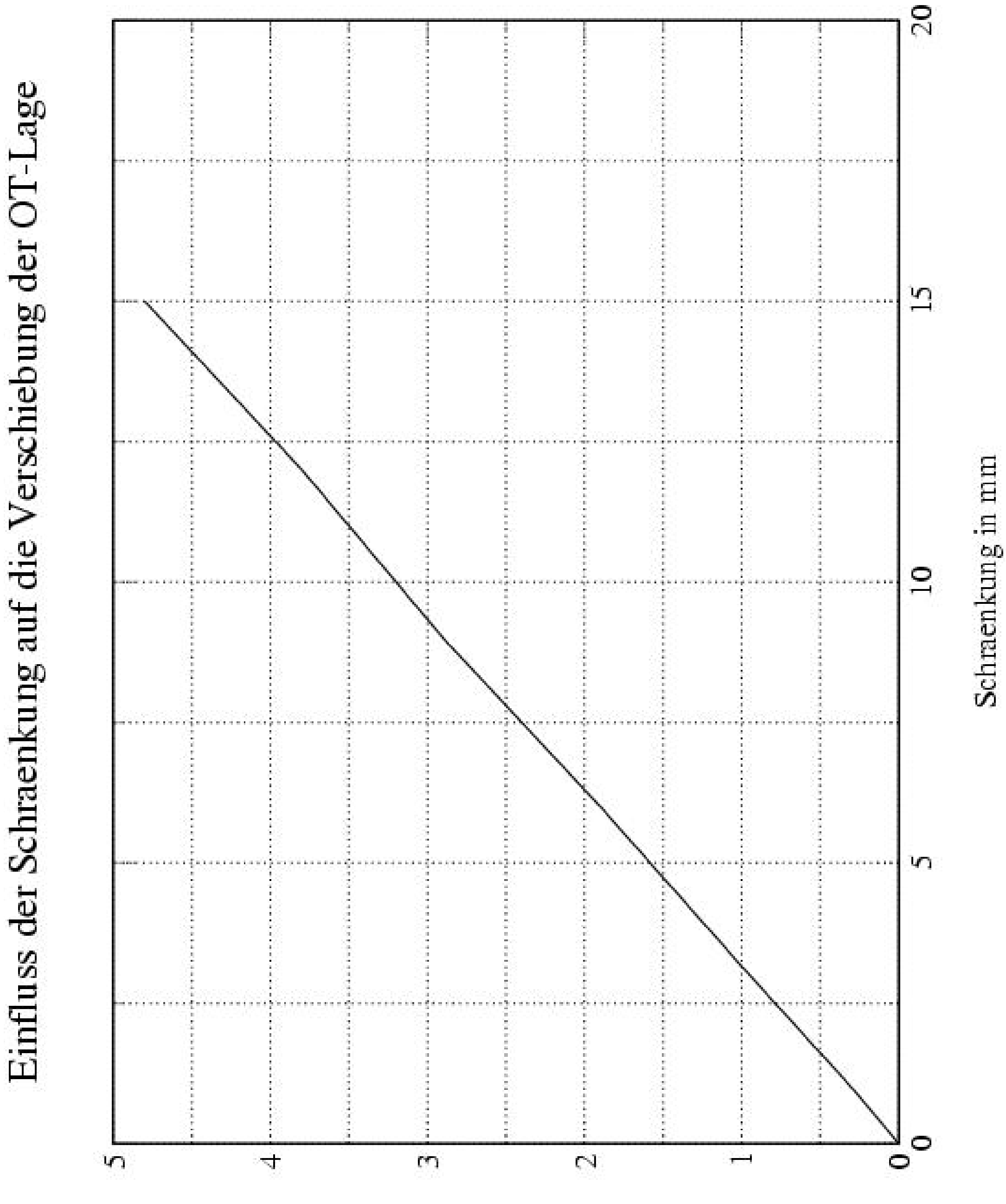
$$V_H = A_K . s$$

Das Brennraumvolumen als Funktion des Kurbelwinkels ergibt sich dann wie folgt:

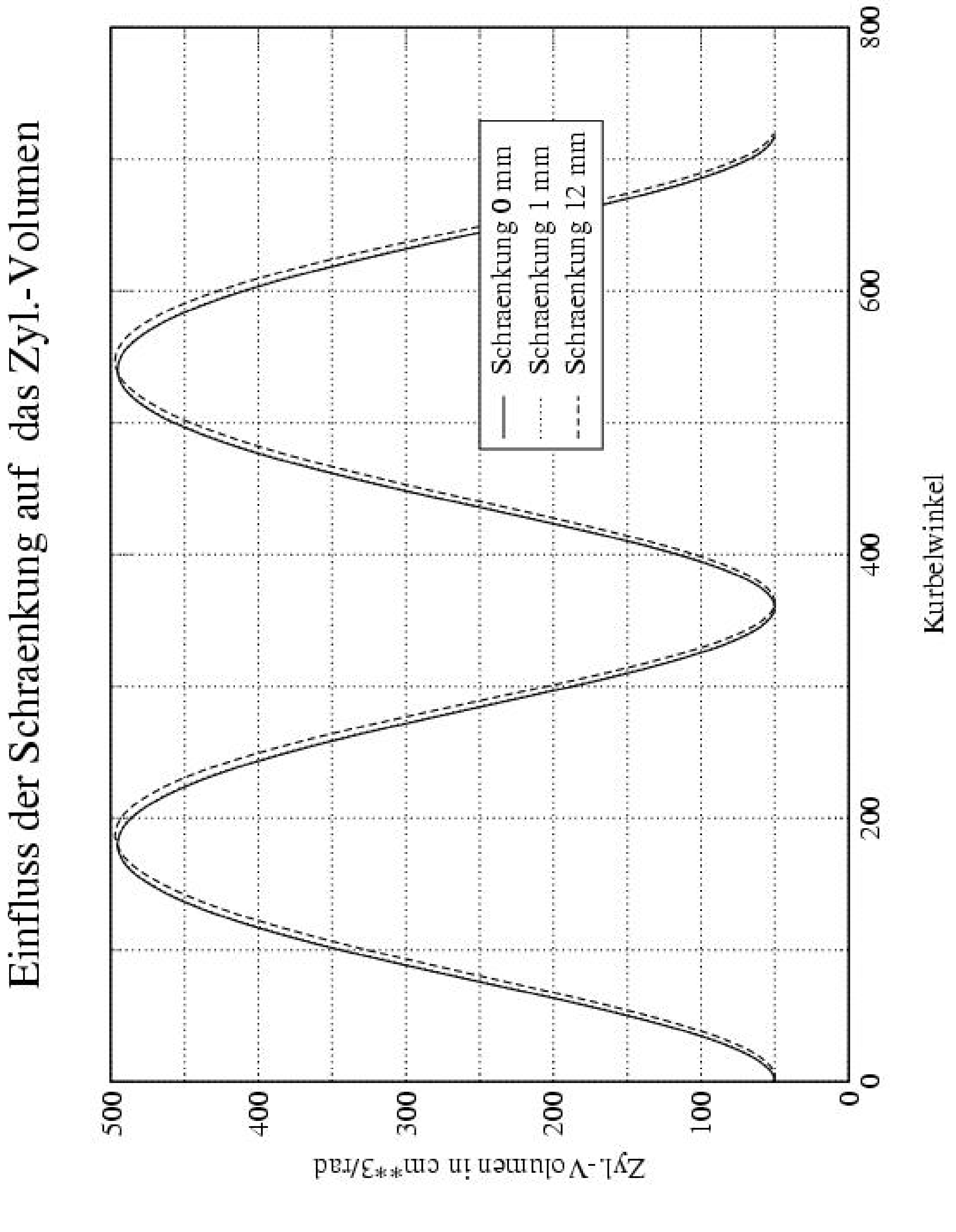
$$V(\phi) = V_C + A_K \cdot x_K$$

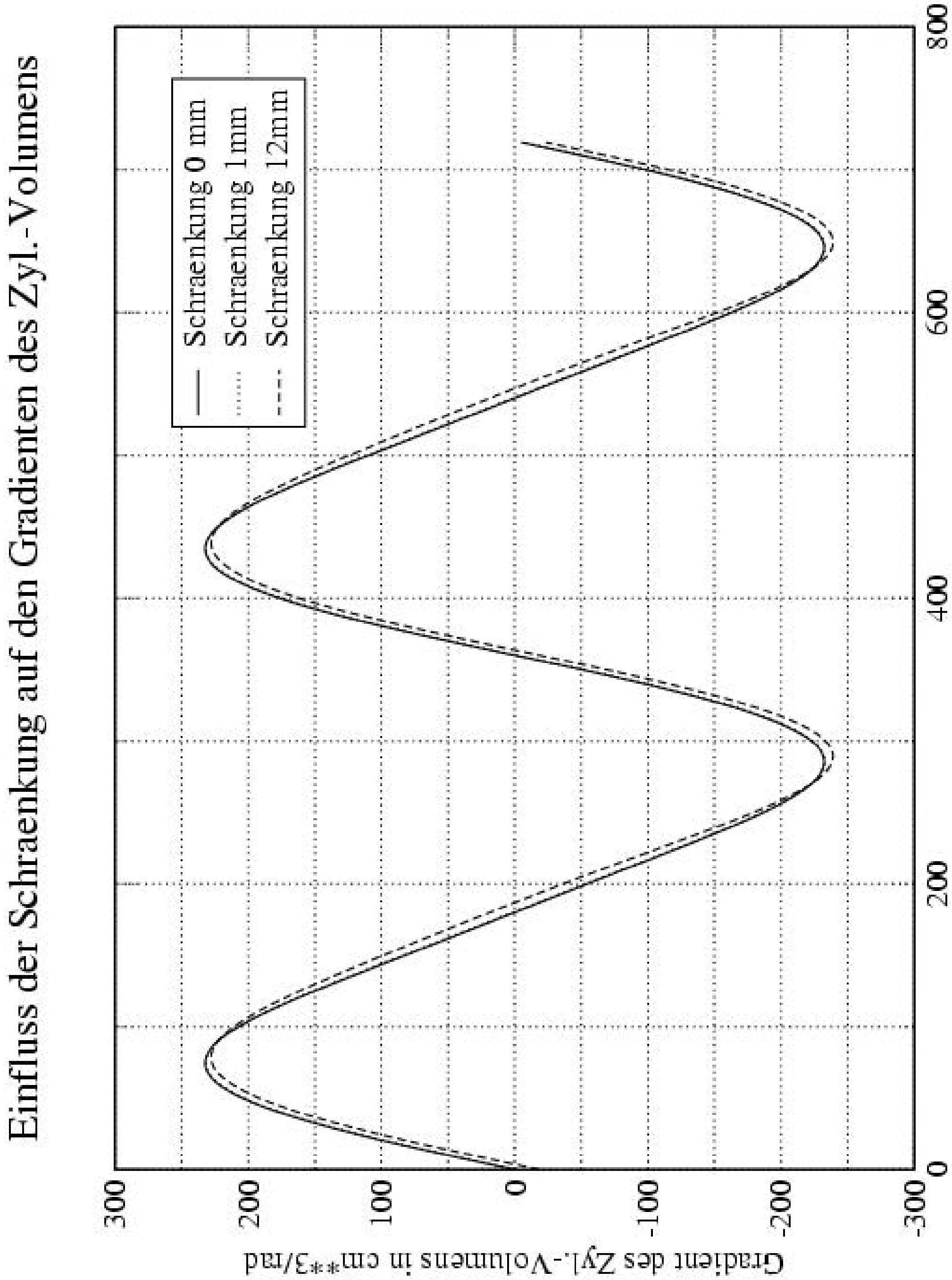
und damit lautet der Gradient des Volumens:

$$\frac{dV}{d\phi} = A_K \cdot \frac{dx_K}{d\phi} = A_K \cdot c_K$$



Gültig für ein Schubstangenverhältnis von 0,28.


Einfluss der Schraenkung auf das Zyl.-Volumen
Schraenkung 0 mm
Schraenkung 1 mm
Schraenkung 12 mm
Kurbelwinkel
Zyl.-Volumen in cm**3/rad
0
200
400
600
800
0
100
200
300
400
500



In diesem Beispiel ist die Schränkung durch einen Kolbenbolzenversatz 1,2 mm. Wird mit einer Schränkung von 0 mm gerechnet dann resultiert für die indizierte Hochdruckarbeit daraus ein Fehler von +2%, bei einer Vergrößerung der Schränkung um 2 mm ergibt sich ein Fehler von –3,3%.