was bei dem Verhältniss $a:b:c = 1:3:5$ übergeht in $G = F$ wie bei der eincylinderigen Maschine.

Nur wenn die Kolbengeschwindigkeit größer würde als dem Werthe G entspricht, müssen Gegengewichte zur Sicherung und Beruhigung des Schiffsbodens und der Fundamente in Anwendung kommen, was aber thatsächlich oftmals nothwendig wird. Das Zahlenbeispiel auf Seite 256 gilt in reiner Anwendung auch hier.

2. Schubstange von endlicher Länge.

Bei **Maschinen** mit endlichen Schubstangenlängen nehmen die Beschleunigungsdrücke in den beiden Hälften eines Kolbenweges ungleiche Werthe an, welche von dem Verhältniss der Kurbel- zur Schubstangenlänge $\frac{r}{L}$ abhängen. Da die Componente der Fliehkraftswirkung eines Gegengewichtes aber symmetrisch auftritt, so erhellt, dass die hin- und hergehenden Massen einer Maschine mit endlicher Schubstange nie völlig, sondern nur theilweise (und zwar zum größten Theile) balanzirt werden können.

Theilweise Balanzirung.

Wendet man ein Gegengewicht von der Größe $m\,P$ an, wobei P das Gewicht der hin- und hergehenden Massen und m einen Factor vorstellt, der stets kleiner als 1 ist, so wird die Horizontalcomponente der geweckten Fliehkraft von der Größe $m\,F \,.\cos\omega$ der Verschiebungskraft entgegenwirken, welche die Folge der Druckunterschiede am Cylinderdeckel und im Kurbellager ist.

Dieser Unterschied wird nun

$$U = F\left(\cos\omega + \frac{r}{L}\cos 2\,\omega\right) - m\,F\cos\omega$$

$$= F\left[(1-m)\cos\omega + \frac{r}{L}\cos 2\,\omega\right] \quad . \; . \; . \; . \; (m)$$

Dieser Werth wird für jedes m ein Maximum, wenn die Cosinusfactoren ihren größten Werth nämlich 1 erreichen, d. h. wenn $\omega = o$ wird.

Der Maximalwerth der Verschiebungskraft im Rahmen wird daher betragen

bei der nicht balanzirten Maschine $F\left(1 + \frac{r}{L}\right)$

bei der balanzirten Maschine $F\left(1 - \mathrm{m} + \frac{r}{L}\right)$

Aus der Gl. (m) ist auch zu entnehmen, dass die verschiebende Kraft für keinen Werth von m an allen Punkten gleich Null werden kann, weil sich sonst mit den einzelnen Winkeln ω auch m, respective $m\,P$ die Größe des Balanzgewichtes ändern müsste, was nicht angeht.

Wird nun ein Gegengewicht von der Größe $m \,.\, P$ angewendet, so verhalten sich die Verschiebungsdrücke im Bett der balanzirten zur nicht balanzirten Maschine wie $\left(1 - \mathrm{m} + \frac{r}{L}\right) : \left(1 + \frac{r}{L}\right)$.

Für $m = 1$, d. h. gleich schweres Gegengewicht als das Gewicht der hin- und hergehenden Massen, wird die Ruhe im Verhältniss von $\frac{r}{L} : \left(1 + \frac{r}{L}\right)$ besser, als bei nicht balanzirten Maschinen.

Bei einem Schubstangenverhältniss $r : L = 1 : 5$ wird also die trotz der Balanzirung frei bleibende Kraft und mit ihr die Energie der Zuckungen sich zu jenen der unbalanzirten Maschinen nur mehr verhalten wie 1 : 6.

Bei liegenden Maschinen genügt es aber in den meisten Fällen $m = \cdot 5$ bis $\cdot 8$ zu setzen, d. h. das Gegengewicht nur $\sim \cdot 5$ bis $\cdot 8$mal so schwer zu machen als die hin- und hergehenden Theile, und den unbalanzirten Theil der Kräfte dem Widerstand der Totalmasse der Maschine, dem Fundamente und dem Widerstand der freien Achse des rotirenden Schwungrades anzuvertrauen, weil dann auch die nebenher geweckten Verticalkräfte im Kurbellager kleiner bleiben als bei voller Balanzirung.

Bei der Allenmaschine wurde das Gegengewicht ausprobirt und es zeigte sich, dass für 200 Umdrehungen in der Minute ein halb so schweres Gewicht als das horizontal bewegte Gestänge zur Balanzirung völlig ausreicht. Auch die Locomotiven arbeiten dem Auge und dem Gefühle nach bei halber Balanzirung bereits völlig ruhig. Das Gleiche wird bei allen jenen Maschinen eintreten, welche mit Rücksicht auf die Massen construirt sind, d. i. bei welchen auch die Verschiebungsdrücke gleichmäßig steigen und nicht sprungweise erscheinen.

Die Gl. (m) zeigt ferner, dass die nicht balanzirbare Kraft U desto größer wird, je größer $\frac{r}{L}$, d. h. je kürzer die Schubstange wird. Schnellgehende Maschinen verlangen also lange Schubstangen, wenn sie ruhig und nicht auf ihrer Grundlage zuckend arbeiten sollen.

Die amerikanischen Dampfmaschinen erhalten fast durchwegs eine 6fache Kurbel- als Schubstangenlänge ($L = 6\, r$), wobei noch ihr Hub mit $2^1/_2$—3fachem Cylinderdurchmesser größer ist als bei uns. In Europa ist dagegen $L = 5\, r$ normal und ein Hub kleiner als 2fache Cylinderweite häufig zu finden. Die Bedingungen eines ruhigen Ganges auf leichter Unterlage, ja die Möglichkeit der Einbauung von Maschinen in höheren Stockwerken sind daher dort allgemeiner vorhanden und die Steigerung der Kolbengeschwindigkeiten leichter möglich als hier, wo sich so wichtige Verhältnisse und das ganze Aussehen der Maschinen erst ändern müssen, ehe bei gleich guter Arbeit ein gleich guter Gang durch den Organismus erwächst.