177. Trägheit der Schubstange. Der Einfluß der Trägheit der Schubstange ist viel schwieriger zu behandeln wie jener der abwechselnd geradlinig bewegten Teile. Eine rohe Annäherung des wirklichen Einflusses wird erreicht, indem man annimmt, daß die Masse der Schubstange zum Teil im Kreuzkopfe, zum Teil im Kurbelzapfen konzentriert sei, somit einerseits eine Vermehrung der nur abwechselnd bewegten Masse, andererseits eine Vermehrung der nur rotierenden Masse des Schwungrades zur Folge hat. Diese Aufstellung kann für den praktischen Gebrauch genügend genau in der Weise vorgenommen werden, daß $^1/_3$ der Masse der Schubstange die rotierende Masse und $^2/_3$ derselben die hin- und hergehende Masse vermehrt.

Um diesen Einfluß jedoch genau bestimmen zu können, muß die Bewegung der Stange als eine Doppelbewegung, zusammengesetzt aus der geradlinigen Bewegung des Kreuzkopfes und der Rotationsbewegung um den Kreuzkopfzapfen als Zentrum, aufgefaßt werden. Unter dieser Voraussetzung kann die zur Beschleunigung der Schubstange erforderliche Kraft als Resultierende dreier Komponenten bestimmt werden. Diese Komponenten sind, unter Bezug auf Fig. 173, die Kraft F_1, erforderlich zur Hervorbringung der linearen Beschleunigung a (es ist dies dieselbe Kraft, welche für den Kolben etc. ermittelt wurde); die Kraft F_2, erforderlich zur Hervorbringung der Winkelbeschleunigung der Drehung der Stange um den Kreuzkopfzapfen, und F_3, die gegen das Rotationszentrum gerichtete Kraft, welche von der Größe der Winkelgeschwindigkeit abhängt, gleich der Zentrifugalkraft ist und derselben entgegengesetzt wirkt.

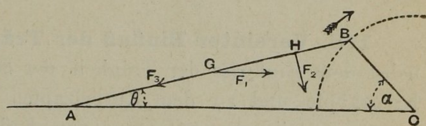

Fig. 173.

Sei wieder β der Neigungswinkel BAC der Stange, Fig. 173, so daß $\frac{d\beta}{dt}$ die Winkelgeschwindigkeit der Stange inbezug auf den Drehpunkt A bedeutet, dann ist $\frac{d^2\beta}{dt^2}$ die Winkelbeschleunigung; M' sei die Masse der Stange. In Gravitationseinheiten ausgedrückt wird

$$F_1 = \frac{M'a}{g}$$

und wirkt parallel zu AC, an dem Schwerpunkte G der Stange angreifend;

$$F_2 = \frac{M'(AG)}{g} \cdot \frac{d^2\beta}{dt^2},$$

unter einem rechten Winkel gegen die Stangenrichtung wirkend und an dem Stoßzentrum H angreifend.

$$F_3 = \frac{M'(AG)}{g} \cdot \left(\frac{d\beta}{dt}\right)^2,$$

längs der Stange in der Richtung gegen A wirkend.

Die Werte von α, $\frac{d\beta}{dt}$ und $\frac{d^2\beta}{dt^2}$ in Beziehung zum Kurbeldrehungswinkel α wurden bereits in § 174 entwickelt.

Denkt man sich nun die Richtung der Kräfte F_1, F_2 und F_3 umgekehrt, dann werden diese entgegengesetzt wirkenden Kräfte, mit dem Gewichte der Stange zusammengesetzt, die in den Punkten A und B derselben angreifenden äußeren Kräfte ausgleichen.

Um das Kräftediagramm zu entwerfen, beziehe man jede dieser Kräfte sowie das Gewicht der Stange auf die beiden Punkte A und B und behandle die Stange als ein Glied in einem Rahmen, welches in den Anlenkpunkten belastet ist und lediglich nur einen Druck seiner Längenrichtung nach äußert. Im Punkte A sind alle Kräfte ihrer Richtung nach bekannt; zwei dieser Kräfte sind jedoch ihrer Größe nach unbekannt; diese findet man, indem man das Kräftepolygon für den Punkt A entwirft; das Polygon des Punktes B gibt sodann die Größe und Richtung der auf den Kurbelzapfen wirkenden Kräfte.

178. Vereinter Einfluß der Trägheit und der Reibung. Wenn nebst dem Einflusse der Trägheit der Schubstange auch die Reibung im Kreuzkopfe und an dem Kurbelzapfen berücksichtigt werden soll, dann kann man die ganze Gruppe von Kräften, welche auf die Stange einwirken, nach folgendem Verfahren behandeln, um das auf den Kurbelzapfen einwirkende Drehmoment bestimmen zu können.

Man vereine die den Kräften F_1, F_2 und F_3 (Fig. 173) gleichen, jedoch entgegengesetzt wirkend gedachten Kräfte in eine einzige Kraft R (Fig. 174), welche man als resultierenden Widerstand der Acceleration der Schubstange bezeichnen kann. Unter dem Einflusse der Kräfte Q, R und S, wenn Q und S die vom Kreuzkopfe

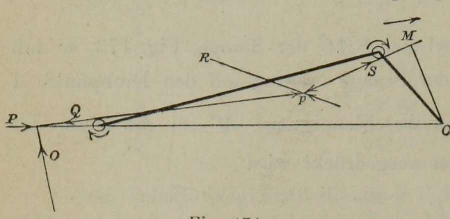

Fig. 174.

und dem Kurbelzapfen auf die Schubstange ausgeübten Kräfte darstellen, kann die Stange in irgend einer Lage als im Gleichgewicht befindlich betrachtet werden.

Diese drei Kräfte begegnen sich in einem Punkte p in der Richtung der Kraft R; dieser Punkt wird versuchsweise bestimmt, indem man von