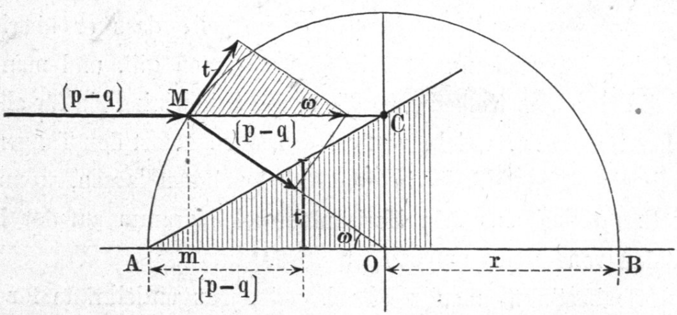
Die Drehkräfte an der Kurbel.

1. Schubstangen unendlich lang.

Sei p der freie, nach Abzug des Gegendruckes erübrigende Dampfdruck auf die Flächeneinheit des Kolbens und $(p - q)$ der hiernach von Dampf- und Massendrücken herrührende Hori-

Fig.21



zontaldruck auf den Kurbelzapfen, so wird bei unendlich langer Schubstange die Tangentialkraft t

$$t = (p - q) \sin \omega \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (14)$$

sein, wenn sich die Kurbel um ω Grade erhoben hat.

Nun ergibt Fig. 21, dass $OC = Mm = r \sin \omega$ ist, wenn r den Kurbelhalbmesser bezeichnet, so dass auch das Verhältniss

$$(p - q) : t = r : OC$$

besteht, oder nachdem auch $AO = r$ ist,

$$(p - q) : t = AO : OC,$$

d. h. die Horizontalkraft $(p - q)$ verhält sich zur Tangentialkraft (t), wie der ganze Radius zu jener Länge, welche im senkrechten Halbmesser zwischen dem Durchschnitt der Schubstangenflucht und dem Kreismittelpunkte liegt. (Das Verhältniss ist auf diese Weise umschrieben, weil es sich später bei endlicher Stangenlänge in dieselben Worte kleiden lässt.)

Für die einzelnen Kolbenlagen kann nun die Größe der zugehörigen Tangentialdrücke entweder durch Rechnung [Formel (14)] oder einfacher durch Construction gefunden werden. Für letztere gibt es zwei Wege:

a) Ziehen der Kurbelstellung MO, Construction des Kräfteparallelogramms an M (Fig. 21, oberer Theil);

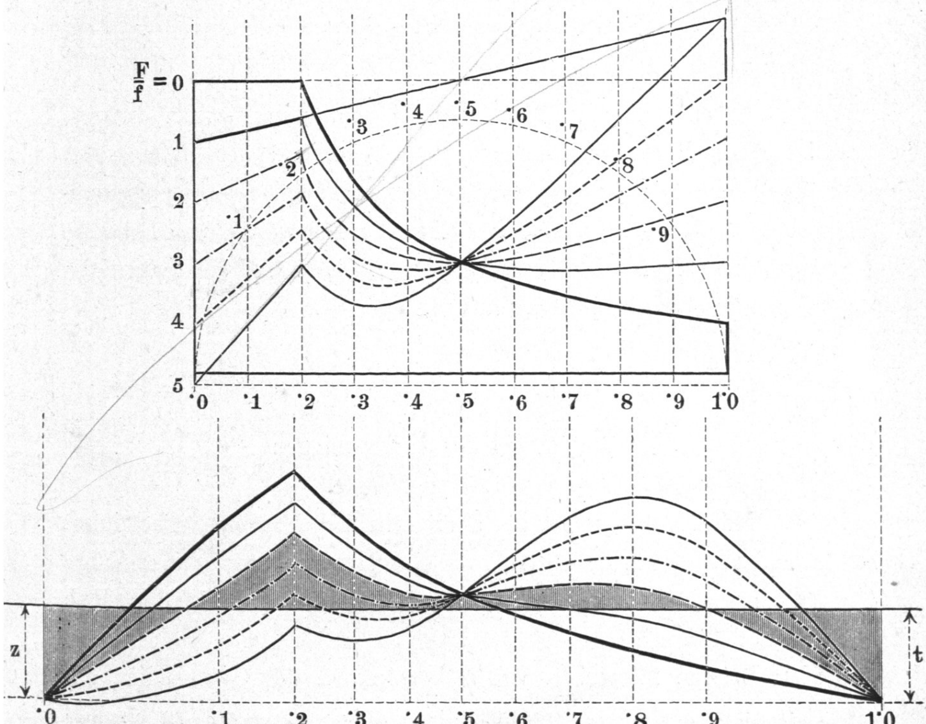
b) Ziehen der Linie AC als Proportionslinie nach obigem Beweis (Fig. 21, unterer Theil).

Der letztere Weg bietet den Vortheil, dass er überhaupt einfacher ist, zusammen für beide Quadranten gilt, und man sich für die einzelnen Kolbenwege die Proportionswinkel ein für allemal vorbereiten kann, welche vertical schraffirt, sofort den Tangentendruck als Ordinatenhöhe in den Zirkel nehmen lassen, wenn der Werth $(p - q)$ aus dem Horizontaldruckdiagramm auf der Horizontalen von A aus aufgetragen wird.

So bestimmt man die Dreh- oder Tangentialkräfte für eine Reihe von Punkten, z. B. die einzelnen Zehntel des Kolbenweges. Streckt man nun den Weg des Kurbelzapfens während eines einfachen Kolbenschubes, also die Länge des halben Kurbelkreises in eine Gerade (Fig. 22, unterer, zweiter Theil) und trägt die Tangentialdrücke von den zugehörigen Punkten als senkrechte Ordinaten auf und verbindet deren obere Enden, so erhält man je eine Fläche umrahmt, deren Größe gleicher Größe mit dem reinen Dampfdiagramm und mit dem Horizontaldruckdiagramm sein wird; alle diese Flächen sind ja stets das Bild und das Maß der die Drehung vollbringenden Arbeit, das Product von Kraft und Weg.

Der Schwung dieser so erhaltenen Tangentialdruckcurve lässt nun die Schwankungen der Drücke lesen, welche die Kurbel drehend beeinflussen. Construiren wir diese Curve für verschiedene Geschwindigkeiten, so wird uns offenbar von jener der gleich-

Fig. 22



mäßigste Gang geboten, bei welcher die Tangentendrücke den wenigsten und kleinsten Schwankungen ausgesetzt sind, ja, welche vielleicht ein Tangentialdruckdiagramm ergibt, welches oben durch eine gewisse Länge horizontal begrenzt erscheint, und damit darstellt, dass durch einen Theil des Laufes ein völlig gleichbleibender Tangentialdruck an der Kurbel herrscht.

Aus dem Vorhergehenden, d. i. den Formeln (6) oder (7), ergibt sich die zugehörige Geschwindigkeit für jeden der stufenweise gewählten Werthe von q_1. Die Gleichungen (6) und (7)

$$\frac{F}{f} = q_1 = \frac{\pi^2}{2g}\frac{P}{f.l} \cdot v^2 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

also bei einer Maschine von $\frac{P}{f.l} = \cdot 4$

$$\frac{F}{f} = q_1 = \frac{1}{5} v^2 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (7b)$$

geben den Anhalt hiezu.

Erkennt man z. B. aus dem Diagramm in Fig. 22, dass bei der dortigen Dampfspannung von 5 Atm. und der Füllung 0·2 die gleichmäßigste Drehkraft bei dem Anfangs-Beschleunigungsdruck $q_1 = 2$ Kilogr. pr. 1 c^2 (2 Atm.) erzielt werde, und hätte die Maschine einen Hub von $l = \cdot 8\ m$, so wäre die „günstige" Kolbengeschwindigkeit hiefür aus:

$$2 = \frac{1}{5} v^2$$

$$v = 3 \cdot 1\ m \text{ pr. Secunde,}$$

und aus $l n = 30\, v$ die Zahl der Umdrehungen

$$n = 120 \text{ pr. Minute.}$$

Müsste die Maschine aber mit 150 Touren vorbestimmt arbeiten, so wäre der Hub so einzurichten, dass die günstige Kolbengeschwindigkeit v beibehalten bleibt, d. i. der Hub $l = \cdot 620\ m$ wird.

In Fig. 22 wurde, wie bisher immer, der Construction ein rein theoretisches Diagramm, scharf an allen Ecken, zu Grunde gelegt. Es ist selbstverständlich, dass abgerundete Uebergänge und sonstige zu erwartende Abweichungen von der reinen Form durch die Construction mühelos aufgenommen, zu vollem Werthe kommen.