

beiden unteren Stangen Fig. 140 getragen. Aus dem Dreiecke  $abc$  Fig. 141, als Kräfte-diagramm der Hülsenbelastung, in welchem  $ab = F_3$  das Gewicht dieser Belastung darstellt, ergibt sich durch die Seiten  $bc$  und  $ac$  der Zug in den unteren Stangen. Trägt man in der Verlängerung von  $ab$  die Strecke  $bd = F_1$  entsprechend dem Gewichte  $Mg$  eines Pendels auf und zieht man durch  $d$  die Horizontale  $de$ , von  $c$  aus die Linie  $ce$  parallel zur Richtung der oberen oder Aufhängestange, dann bildet die Figur  $ecbd$  das Polygon jener Kräfte, welche auf das Pendel einwirken und die Strecke  $de$  gibt die resultierende Gegenkraft  $F$ .

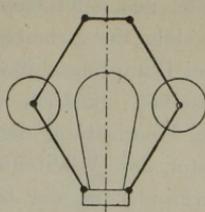


Fig. 140.

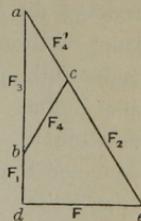


Fig. 141.

Die Geschwindigkeit, mit welcher der Regulator läuft, ist bestimmt durch die Bedingung, daß  $4\pi^2 n^2 r M$  gleich sein muß der Resultierenden  $ed$ . Bei der gewöhnlichen Anordnung paralleler Stangen fällt  $ac$  und  $ce$  in eine gerade Linie zusammen, somit ist für diesen normalen Fall

$$ed = ad \tan \alpha \quad \text{oder} \quad F = (M + 2M')g \tan \alpha,$$

wenn  $\alpha$  den Neigungswinkel der Stangen mit der Vertikalen bezeichnet. Nachdem andererseits  $\tan \alpha = \frac{r}{h}$ , geht dieser Ausdruck für  $F$  in den vorhin gefundenen über;  $F$  kann somit auf diese Weise graphisch ermittelt werden.

**157. Empfindlichkeit der Regulatoren.** Jede Geschwindigkeitsänderung eines Regulators äußert sich in dem Bestreben, eine Änderung in der Lage der Pendel hervorzurufen; wäre der Regulator selbst und der mit demselben verbundene Reguliermechanismus reibungslos, dann würde, die Eigenschaft der Stabilität vorausgesetzt, somit einer bestimmten Geschwindigkeit auch nur eine einzige bestimmte Lage der Pendel entsprechen. Wenn daher die Zufuhr des Dampfes einer Dampfmaschine, oder der Arbeitsflüssigkeit einer Wärmekraftmaschine überhaupt, von der Stellung der Pendel des Regulators abhängig ist, dann kann durch einen stabilen Regulator eine vollkommen gleichbleibende Geschwindigkeit der Maschine nicht erzielt werden.

Sobald sich die Kesselspannung oder der Arbeitsbedarf der Maschine ändert, ist eine Änderung in der Stellung der Pendel erforderlich, um den Zufluß der motorischen Substanz entsprechend zu vermehren oder zu verringern; die Pendel können ihre neue Lage jedoch nur behaupten, indem sie sich bleibend langsamer oder schneller drehen, als in der vorher inne-

gehabten Position. Die größte Änderung der Geschwindigkeit, welche unter der Kontrolle eines Regulators vorkommen kann, ist jene, bei welcher die Pendel aus einer Grenzlage in die andere übergehen, d. i. von jener Stellung, welche der Arbeitsflüssigkeit freien Zutritt (oder auch maximale Füllung bei Dampfmaschinen) gewährt, in jene Stellung, bei welcher der Zutritt derselben gänzlich abgesperrt ist (Nullfüllung bei Dampfmaschinen). Bei Überlastung der Maschine kann selbstverständlich, nachdem der Regulator der Arbeitsflüssigkeit freien Zutritt eröffnet hat, noch eine weitere Verminderung der Geschwindigkeit eintreten, allein die Veränderungen der Geschwindigkeit, auf welche der Regulator überhaupt Einfluß nehmen kann, liegen stets nur zwischen jenen Grenzlagen für Vollampf und Dampfabschluß. Wenn eine kleine Änderung der Geschwindigkeit genügt, eine so weitgehende Veränderung der Konfiguration des Regulators hervorzurufen, dann nennt man denselben empfindlich und mißt seine Empfindlichkeit durch das Verhältnis dieser Geschwindigkeitsänderung zur mittleren (normalen) Geschwindigkeit.

Je stabiler, desto weniger empfindlich ist ein Regulator; andererseits ist bei neutralem Gleichgewicht die Empfindlichkeit außerordentlich groß. Die Gegenkraft  $F$  ändert sich in diesem Falle in gleicher Weise wie der Halbmesser  $r$ ; die Umlaufszahl  $n$  (§ 153) bleibt daher konstant, in welcher Entfernung von der Drehachse immer die Pendel rotieren; oder mit anderen Worten, die Pendel sind, abgesehen von der Reibung, nur bei einer einzigen Umlaufszahl im Gleichgewicht und die kleinste Änderung dieser Geschwindigkeit sendet dieselben in die eine oder die andere extreme Stellung. Ein Regulator, welcher diese Eigenschaft besitzt, wird daher isochronisch genannt. Vermöge der unvermeidlichen Reibung können Regulatoren niemals vollkommen isochronisch sein, doch pflegt man vielfach Regulatoren nahezu isochronisch zu machen, indem man dieselben so anordnet, daß bei einer Bewegung der Pendel die Gegenkraft um wenig rascher zunimmt als der Halbmesser  $r$ .

**158. Isochronismus des Schwerkraftregulators. Parabolische Regulatoren.** Ein idealer reibungsloser Regulator, in welchem die Gegenkraft durch die Schwerkraft allein erzeugt wird, kann dadurch isochronisch gemacht werden, daß man die Pendel nicht an Fixpunkten der Regulatorspindel aufhängt, sondern zwingt, sich längs einer parabolischen Bahn, wie in Fig. 142 skizziert, so zu bewegen, daß der geometrische Ort des Mittelpunktes der Pendel eine Parabel bildet. Der Druck der Pendel gegen die Bahn ist gleich dem Zuge einer imaginären Aufhängestange  $PQ$ ; außerdem ist die Subnormale  $MQ$ , welche hier die Höhe  $h$  des gewöhnlichen Regulators bildet, konstant, in welchem Punkte immer der para-