

bolischen Bahn sich  $P$  befindet. Ein Pendel, auf diese Weise zwangläufig geführt, wird bei einer bestimmten Rotationsgeschwindigkeit der Bahn im Gleichgewichte bleiben, bei der geringsten Vermehrung oder Verminderung derselben jedoch in die höchste Stellung fliegen oder in die tiefste Lage zurücksinken.

Fig. 143 zeigt die praktische Ausführung eines parabolischen Regulators. Ein wichtiges Glied desselben bildet der Luftcylinder am oberen Ende als Luftpuffer, um zu verhindern, daß die Pendel bei eintretender Geschwindigkeitsänderung heftig hinauffliegen oder herabfallen. Der Cylinder ist mit einer kleinen regulierbaren Öffnung versehen, durch welche Luft ausgetrieben oder eingesaugt wird, wenn die Pendel steigen oder fallen.

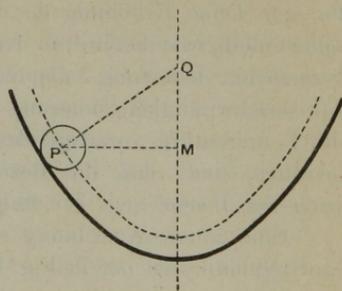


Fig. 142.

**159. Angenäherter Isochronismus im Pendelregulator.** Eine nützliche Annäherung an den isochronischen Zustand kann bei einem konischen Pendelregulator dadurch erreicht werden, daß man die Stangen, wie schon an früherer Stelle erwähnt, kreuzt und die Aufhängepunkte der Pendelstangen in entsprechende Entfernung von der Regulatorachse legt. Würden die Aufhängepunkte so gelegen sein, daß jeder derselben den Krümmungsmittelpunkt eines parabolischen Kurvenstückes bilden würde, welches bei jener Pendellage, welche der normalen Geschwindigkeit entspricht, mit dem Kreisbogen, längs welchem die Pendel vermöge ihrer Aufhängung sich in Wirklichkeit bewegen, zusammenfällt, dann wäre der Regulator bei dieser normalen Geschwindigkeit isochronisch. Legt man die Aufhängepunkte jedoch etwas näher an die Regulatorachse, dann sichert man eine geringe, in der Praxis jedoch notwendige Stabilität, der Regulator bleibt aber trotzdem genügend isochronisch, um sehr empfindlich zu sein.

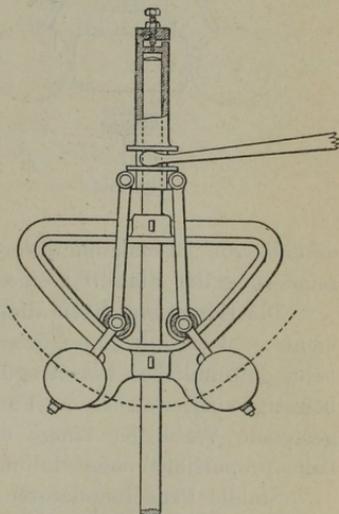


Fig. 143.

Regulatoren mit gekreuzten Stangen, eine Anordnung, welche von

Farcot herrührt, werden häufig als belastete Regulatoren ausgeführt; eine derartige Konstruktion ist in Fig. 144 skizziert.

Die Belastung eines Regulators, ob offen oder gekreuzt, ruft an und für sich keine Erhöhung der Empfindlichkeit hervor; die Tourenzahl desselben muß, wie bereits an früherer Stelle erwähnt, notwendigerweise der vermehrten Belastung entsprechend erhöht werden, doch das Verhältnis der Geschwindigkeitsänderung zur mittleren Geschwindigkeit bleibt hierdurch unberührt, vorausgesetzt, daß die Glieder des Regulators derart angeordnet sind, daß die Beziehung der Vertikalbewegung der Last zu jener der Pendel sich bei steigenden Pendeln nicht ändert.

Eine andere Anordnung eines näherungsweise isochronischen Schwerkraftregulators ist der in Fig. 145 skizzierte Pröll-Regulator; derselbe ist

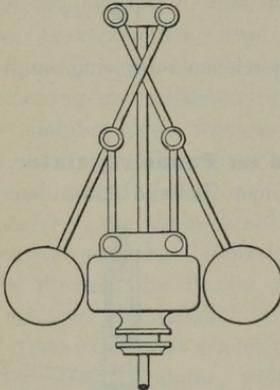


Fig. 144.

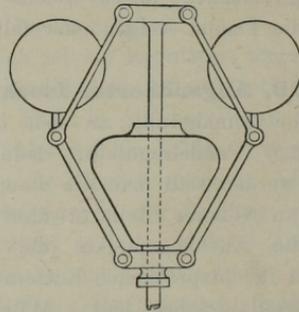


Fig. 145.

deshalb von besonderem Interesse, weil er eine andere Methode der Verminderung der Stabilität eines Pendelregulators verkörpert.

Die Eigentümlichkeit dieses Regulators besteht darin, daß die Pendel nicht an dem Gelenkpunkte zwischen der oberen und unteren Stange wie beim gewöhnlichen Porterregulator, sondern am oberen Ende eines Armes befestigt sind, welcher die Fortsetzung der unteren Stange bildet. Durch geeignete Wahl der Länge dieses Armes kann die Gegenkraft beliebig nahe proportional dem Halbmesser  $r$  der Pendelbahn gemacht werden.

Stabile Pendelregulatoren werden häufig auch indirekt in der Weise belastet, daß man das Belastungsgewicht an dem Hebel anbringt, welcher den Regulator mit dem Stützzeug des Regulierorganes verbindet; diese Anordnung gestattet zugleich, durch Verstellung des Gewichtes längs des Hebels den Regulator auf verschiedene Tourenzahlen einzustellen. Andererseits kann man dadurch, daß man den Hebel zu einem Winkelhebel aus-

bildet und die Last an demselben derart anbringt, daß der Einfluß derselben bei steigenden Pendeln geringer wird, den Regulator angenähert isochronisch machen.

### 160. Änderung der Empfindlichkeit bei Federregulatoren.

Wenn die Gegenkraft zum Teil oder gänzlich durch Federn erzeugt wird, wie bei den Regulatoren Fig. 134 und 135, dann ist die Spannung derselben im allgemeinen stellbar. Die Änderung der Federspannung ist ein sehr einfaches Mittel, um die normale Geschwindigkeit des Regulators geänderten Anforderungen entsprechend einzustellen; gleichzeitig kann hierdurch die Empfindlichkeit desselben beeinflußt werden. Sobald bei Federregulatoren die radiale Verschiebung der Pendel eine proportionale Änderung der Federspannung hervorruft, kann durch geeignete Wahl der Anfangsspannung jede beliebige Annäherung an den isochronischen Zustand erzielt werden. So kann z. B. bei dem in Fig. 135 skizzierten Regulator von Hartnell, nachdem sich die Pendel nahezu horizontal bewegen, die Schwerkraft derselben daher die Gegenkraft kaum beeinflußt, der isochronische Zustand dadurch erreicht werden, daß man die Feder soweit niederschraubt, daß sich die Anfangsspannung derselben zur Spannungszunahme bei steigenden Pendeln so verhält, wie der anfängliche Halbmesser der Pendelbahn zur korrespondierenden Vergrößerung desselben. Hierdurch wird  $F$  proportional zu  $r$ , daher die Auswärtsbewegung der Pendel keine Änderung der Umlaufzahl  $n$  erfordert. Jede noch weitergehende Spannung der Feder würde den labilen Zustand hervorrufen; hingegen ist eine etwas geringere Spannung der Feder notwendig, damit die Empfindlichkeit des Regulators nicht unpraktisch groß wird.

### 161. Bestimmung der Gegenkraft.

Auf welche Weise auch die Gegenkraft  $F$  erzeugt wird, ob durch Gewichte oder Federn oder die vereinte Wirkung beider, immer läßt sich dieselbe für irgend eine Lage der Pendel berechnen. Der einfache Pendelregulator nach Fig. 133, ob belastet oder nicht, wurde bereits in diesem Sinne betrachtet. Anordnungen nach Art der Fig. 134 und 135 bieten diesfalls keine Schwierigkeiten, sobald die Steifheit und Anfangsspannung der Feder bekannt sind. Etwas weniger einfach gestaltet sich der Fall, wenn bei einem belasteten Regulator die Pendel nicht an dem Verbindungsgelenke der oberen und unteren Stangen, welche die Last tragen, sondern außerhalb desselben befestigt sind.

Wenn das Pendel mit der oberen oder Aufhängestange verbunden ist, kann dasselbe entweder, wie in Fig. 146 skizziert, auf der Verlängerung dieser Stange, oder zwischen dem Aufhängepunkte  $A$  und dem Zwischen-gelenke  $B$  befestigt sein. Man bestimmt in diesem Falle zunächst den