

steigende wie für die fallende Bewegung besitzt, dann sind diese beiden Flächen einander gleich; die Konstruktion Fig. 149 ist jedoch ohneweiters auch auf den Fall anwendbar, daß der Wert von f sich mit der Bewegungstendenz ändert.

Die Eigenschaft der Stabilität fordert, daß die Neigung der F -Kurve gegen die X -Achse größer sein muß, als die Neigung irgend einer durch O gezogenen Geraden, welche die Kurve an einem Punkte innerhalb der Reihe möglicher Konfigurationen des Regulators trifft. Die in Fig. 149 gezogene Kurve entspricht somit einem stabilen Regulator, weil eine beliebige durch O gehende Linie OP weniger steil verläuft, als die Kurve selbst im Punkte P ; es wird hierdurch der in § 154 ausgesprochenen Bedingung der Stabilität, daß die Gegenkraft rascher zunehmen muß als der Radius, entsprochen. Die F - über r -Kurve eines vollkommen isochronischen Regulators müßte eine durch O gehende Gerade sein; würde diese Bedingung durch die ohne Rücksicht auf Reibung gezogene Kurve P_1P_2 erfüllt, dann würde die in einer mehr oder minder gleichbleibenden Entfernung von P_1P_2 gezogene, über derselben liegende $F + f$ -Kurve Q_1Q_2 im allgemeinen weniger steil verlaufen, als eine durch O gelegte Linie, welche dieselbe schneidet; dies besagt, daß die Reibung einen sonst neutralen Regulator labil machen würde. Es ist dies einer der Gründe, weshalb ein isochronischer Regulator praktisch unbrauchbar ist. Der in Fig. 150 untersuchte Regulator ist auch in Berücksichtigung der Reibung stabil.

165. Unstetigkeit der Regulatoren. Abgesehen von den oben erörterten Gründen ist eine geringe Stabilität eines Regulators unter allen Umständen, namentlich aber dann erforderlich, wenn eine Änderung der Geschwindigkeit einen gewissen Zeitaufwand benötigt, um auf die Zufuhr der Arbeitsflüssigkeit regulierend einwirken zu können.

Ein überempfindlicher Regulator ruft stets und zwar aus mehrfachen Gründen in der von ihm bedienten Maschine eine erzwungene Unruhe oder Unstetigkeit hervor. Sobald sich eine Änderung der Geschwindigkeit fühlbar macht, tritt zunächst eine Verzögerung der Gegenaktion der Maschine ein, so rasch auch der Regulator seine Konfiguration ändert; der Regulator ist nicht imstande, die Geschwindigkeit augenblicklich zu beherrschen, nachdem in der Maschine und zwar in den bewegten Teilen derselben, als auch in jener Dampfmenge, welche das Regulier- oder Einlaßorgan bereits passiert hat und Arbeit in der Maschine verrichtet, noch eine gewisse Energie aufgespeichert ist. Wirkt der Regulator auf ein Drosselorgan, dann bildet das Volumen des Steuergehäuses selbst nach vollständigem Schluß des Organes noch ein Dampfreservoir, welches die

Geschwindigkeit der Maschine beeinflusst; wirkt der Regulator hingegen direkt auf die Änderung der Füllung ein, dann kann, wenn die Füllung bereits beendet war, der Einfluß des Regulators erst mit dem nächsten Kolbenhube beginnen. Dieses Verschleppen der Wirkung des Regulators macht sich bei Compoundmaschinen doppelt fühlbar, weil jene Dampfmenge, welche die Kontrolle des Regulators bereits passiert hat und sich somit in der Maschine befindet, noch während der Dauer einer vollen Umdrehung Arbeit verrichtet, auf welche der Regulator gar keinen Einfluß mehr nehmen kann. Dieses Aufspeichern von Energie in einer Maschine, deren Regulator nahezu isochronisch ist, hat zur Folge, daß im Falle einer mehr oder minder plötzlichen Entlastung der Maschine die Geschwindigkeit so rasch steigt, daß der Regulator über sein Ziel hinauschießend eine Konfiguration annimmt, welche eine zu weit gehende Verminderung des Dampfzuflusses beziehungsweise der Füllung zur Folge hat. Hierdurch nimmt die Geschwindigkeit ebenso rasch wieder ab und die gleiche Überregulierung wiederholt sich in entgegengesetzter Richtung; der Regulator befindet sich somit in einem Zustande forcierten Hin- und Herpendelns. Die Tendenz der Unstetigkeit fußt somit in diesem Falle auf der Tatsache, daß die Änderung der Dampfarbeit der Änderung der Widerstandsarbeit der Maschine nicht unmittelbar folgt, sondern stets ein gewisses, wenn auch noch so kleines Zeitintervall zwischen der Änderung des Widerstandes und der korrespondierenden Änderung der Arbeit des Dampfes liegt. Ein ähnliches Zeitintervall und die daraus folgende Tendenz der Maschine zu fortwährenden Geschwindigkeitsschwankungen kann aber auch die Folge einer anderen Ursache sein, welche unabhängig von der Nachwirkung der zwischen Regulier- oder Abschlußorgan und Kolben eingeschlossenen Dampfmenge ist. Ein empfindlicher Regulator braucht mitunter, speziell bedingt durch die Art und Weise der Bewegungsübertragung auf die Maschine, eine gewisse, wenn auch geringe Zeit, um eine neue Stellung anzunehmen, wenn die Belastung der Maschine plötzlich vermindert wird; er beginnt das Drosselorgan zu schließen oder die Füllung zu beeinflussen; dies nimmt jedoch Zeit in Anspruch und inzwischen ist der Dampfzufluß außer Verhältnis groß, infolgedessen das Schwungrad die überschüssige Leistung aufnehmen muß und den Gang der Maschine steigernd beschleunigt. Während dieser Zeit hat nun der Regulator den Dampfzufluß gesteuert, die erhöhte Geschwindigkeit hat denselben jedoch in eine Position gedrängt, welche wieder eine zu weitgehende Regulierung beziehungsweise Verminderung der Dampfarbeit zur Folge hat. Es können daher auch in solchen Fällen erzwungene Geschwindigkeitsschwankungen der Maschine eintreten, welche sich in einem unruhigen, unsteten Gange derselben äußern; speziell in Maschinen, welche mit schweren Schwung-

rädern unter verhältnismäßig geringer Belastung laufen, kann diese Erscheinung häufig beobachtet werden, während dieselbe Maschine sich bei schwerer Belastung ohne fühlbare Unstetigkeit regulieren würde.

Auch durch die Reibung des Regulators und des Reguliermechanismus kann dieselbe Erscheinung hervorgerufen werden. Die Reibung hindert den Regulator, somit auch das Regulierorgan, seine Lage zu ändern, bis die Geschwindigkeit bis zu einem gewissen Grade angewachsen ist oder abgenommen hat; und wenn dann die Bewegung beginnt, dann geht sie über jene Grenzen hinaus, welche einer korrekten Regulierung entsprechen; dieser Effekt wird noch gesteigert durch das Moment, welches die Pendel bei ihrer Bewegung erlangen. Oszillationen infolge des eigenen Beharrungsvermögens des Regulators können dadurch verhindert werden, daß man der Bewegung desselben einen unverändert bleibenden Widerstand entgegenstellt, welcher eine plötzliche oder zu rasche Stellungsänderung hindert, ohne jedoch die schließliche Gleichgewichtslage der Pendel zu beeinflussen. Dieser konstante Widerstand wird gewöhnlich durch eine Öl- oder Luftbremse gebildet, welche aus einem mit Öl oder Luft gefüllten kleinen Cylinder besteht, in welchem sich ein mit dem Regulator in Verbindung stehender Kolben lose, d. h. mit einem gewissen Spielraum, durch welchen die Flüssigkeit von der einen nach der anderen Seite entweichen kann, bewegt. Auf eine solche Konstruktion wurde bereits früher bei Besprechung des parabolischen Regulators Fig. 143 hingewiesen.

165. Achsenregulatoren. Namentlich bei schnellgehenden Maschinen pflegt man heutzutage mit Vorliebe Regulatoren anzuwenden, deren Pendel nicht um eine eigene vertikale Spindel, sondern direkt um die Maschinenwelle (oder Steuerwelle) beziehungsweise mit dieser, also in einer vertikalen Ebene rotieren; der Ausschlag der Pendel erfolgt also nicht, wie bei den bis jetzt betrachteten Regulatoren, in einer durch die Drehachse gehenden, sondern in einer zu derselben senkrechten Ebene. Nachdem die Antriebsexcenter auf der Maschinenwelle (oder Steuerwelle) auch in einer zu dieser senkrechten Ebene liegen, so kann die Bewegung der Pendel direkt zur Verstellung der Excenter benützt werden. Durch die hierdurch herbeigeführte Änderung der Excentrizität und des Voreilwinkels des Steuerexcenters kann die Füllung der Maschine direkt verändert werden. Man nennt solche Regulatoren Achsenregulatoren oder Flachregler.

Ein Beispiel eines solchen Regulators zeigt Fig. 151, der Regulator der Armington-Simsmaschine.

Diese Maschine ist von nur einem Schieber gesteuert, auf dessen Excenter der Regulator in der Weise einwirkt, daß die Lageveränderung