

Regulatoren: Natürliche Regulierung.

Eine natürliche Regulierung der Turbinen, d. h. eine solche ohne Verwendung eines Regulators, haben wir bereits auf S. 33 und 34 kurz kennen gelernt.

Im Gleichgewichtszustande ist die Tourenzahl einer Turbine konstant; das Belastungsmoment ist gleich dem hydraulischen Moment M der Turbine, wobei unter Belastungsmoment das Moment des Arbeitswiderstandes inkl. des Reibungsmomentes verstanden sei. Wird der Gleichgewichtszustand durch Entlastung der Turbine gestört, so erhält das hydraulische Moment ein Übergewicht gegen das Belastungsmoment. Die Differenz beider heiße M_z (zusätzliches Moment). Dieses überschüssige Moment muß sich betätigen und zwar wird es zur Beschleunigung der Turbine verwandt; hierbei gilt, wenn J das Trägheitsmoment der bewegten Massen (Turbinen und Triebwerk), bezogen auf die Turbinenachse, und ω die Winkelgeschwindigkeit bedeutet:

$$M_z = J \cdot \frac{d\omega}{dt} \text{ 1).}$$

(Tritt statt Entlastung Belastung ein, so wird M_z und $\frac{d\omega}{dt}$ negativ, d. h. es tritt Verzögerung der Winkelgeschwindigkeit ein.)

1) Zur Erklärung der obigen Formel sei folgendes bemerkt:

Das Trägheitsmoment der rotierenden Massen (auf die Turbinenachse und deren Winkelgeschwindigkeit reduziert) kann dargestellt werden durch einen Ausdruck $J = m \cdot r^2$, worin m die rotierende Masse und r der Trägheitsradius derselben ist.

Es bezeichne weiter:

P_z die dem Momente M_z entsprechende, auf den Radius r reduzierte, zusätzliche Umfangskraft ($P_z \cdot r = M_z$).

n die Tourenzahl.

v die Umfangsgeschwindigkeit am Endpunkte von r .

Da sich die Beschleunigung in der Umfangsrichtung durch $\frac{dv}{dt}$ ausdrückt, so ist die beschleunigende (zusätzliche) Kraft

$$P_z = m \frac{dv}{dt},$$

oder, da $v = \frac{2\pi r n}{60}$,

$$P_z = m \frac{d \frac{2\pi r n}{60}}{dt} = m r \cdot \frac{d \frac{2\pi n}{60}}{dt} = m r \cdot \frac{d\omega}{dt}.$$

Daraus folgt:

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{P_z}{m \cdot r} = \frac{P_z \cdot r}{m \cdot r^2} = \frac{M_z}{J}$$

oder

$$M_z = J \cdot \frac{d\omega}{dt}.$$

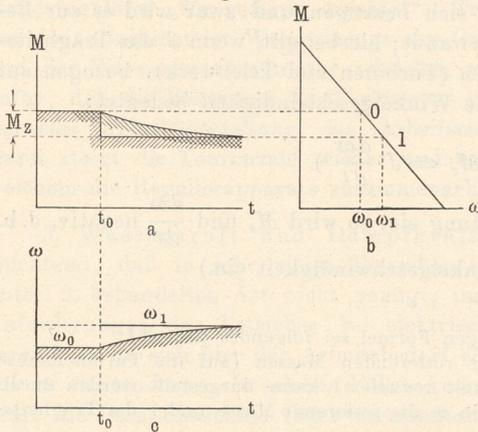
Entsprechend der zunehmenden Geschwindigkeit nimmt das Moment M ab, wie aus Fig. 36 (S. 48) und Fig. 43 b hervorgeht, somit auch das überschüssige Moment M_z .

ω erreicht ein Maximum bei $M_z = 0$ und es tritt wieder ein Beharrungszustand ein. Der Vorgang kann durch folgende drei Kurven veranschaulicht werden.

Die Kurve c stellt die Geschwindigkeit als Funktion der Zeit, die Kurve a das hydraulische Moment als Funktion der Zeit, die Kurve b dasselbe als Funktion von ω dar (s. Fig. 43 a, b, c).

Diese letztere Kurve ist aus der graphischen Darstellung Fig. 36, S. 48 bekannt. Sie ist charakteristisch für die natürliche Regulierung, als

Fig. 43.



welcher der eben beschriebene Vorgang anzusehen ist. Die Kurve (M, ω) weist zwar eine Haupteigenschaft der Geschwindigkeitsregulierung auf, nämlich die, daß M als Funktion von ω dargestellt werden kann, sie zeigt aber deutlich den Mangel der natürlichen Regulierung, welcher darin besteht, daß die Geschwindigkeitsänderung bei variablem M viel größer ist, als den Anforderungen des praktischen Betriebes entspricht.

Es ist somit Aufgabe der künstlichen Regulierung, den Verlauf der Kurve (M, ω) so zu gestalten, daß in weiten Grenzen von M die Geschwindigkeit sich nur wenig ändert. In bezug auf den Verlauf der Kurven (ω, t) und (M, t) ist die natürliche Regulierung so vollkommen, wie es durch die künstliche Regulierung kaum besser erreicht werden kann, indem der Übergang des einen Geschwindigkeits- und Belastungszustandes in den anderen allmählich und stetig erfolgt.

Künstliche Regulierung der Geschwindigkeit.

Auf die indirekt wirkenden, künstlichen Regulatoren soll im Anschluß an das auf S. 60 Gesagte hier näher eingegangen werden. Wie schon erwähnt, übernimmt bei indirekten Regulatoren das durch den Regulator jeweils einzurückende Stellzeug die Arbeit der Verstellung. Auf diese Weise wird es möglich, den Regulator sehr empfindlich zu machen, d. h. für die geringsten Schwankungen in der Tourenzahl schon ein Ingangsetzen der Regulierorgane zu erreichen. Für ein gutes Wirken des Apparates ist es ein Hauptfordernis, daß die Wieder-