

Hieraus resultiert eine Wassermenge [s. Formel (12), S. 14]:

$$V_{\text{III}} = 3,3 \cdot 1,644 \cdot 0,8776 = 4,750 \text{ cbm.}$$

In analoger Weise erhielt man aus Versuchen II und I (S. 90) für die mittlere Anzahl der Flügelumdrehungen pro Sekunde:

$$\frac{21,869}{8} = 2,7336 \quad \text{bzw.} \quad \frac{11,357}{8} = 1,4196,$$

sowie für

$$v_{\text{II}} = 0,03 + 0,226 \cdot 2,7336 = 0,6478 \text{ m} \quad \text{und}$$

$$v_{\text{I}} = 0,03 + 0,226 \cdot 1,4195 = 0,3508 \text{ m} \quad [\text{s. Formel (10), S. 13},$$

$$\text{mittlere Wassertiefe} \quad . \quad . \quad . \quad 1,641 \text{ m} \quad \text{und} \quad 1,688 \text{ m}$$

und

$$V_{\text{II}} = 3,3 \cdot 1,641 \cdot 0,6478 = 3,510 \text{ cbm} \quad \text{und}$$

$$V_{\text{I}} = 3,3 \cdot 1,688 \cdot 0,3508 = 1,956 \text{ cbm} \quad [\text{s. Formel (12), S. 14}].$$

Bremsversuche an der Turbinenanlage des Elektrizitätswerkes Grabs (Schweiz).

(Turbinen der Aktiengesellschaft vorm. J. J. Rieter & Cie., Winterthur.)

Die wichtigsten Daten der Anlage.

Die hydraulische Anlage des Elektrizitätswerkes Grabs besteht aus zwei Hochdruckturbinen mit horizontaler Achse (System Pelton). Dieselben sind im unteren Teile des Laufrades durch einen Leitapparat von nur einer regulierbaren Zelle beaufschlagt. Die Turbinen nutzen ein außerordentlich hohes Gefälle von 220 m bei einer normalen Wassermenge von 0,052 cbm pro Sekunde aus. Das Wasser wird den Maschinen durch eine Rohrleitung zugeführt. Entsprechend dem hohen Gefälle und der verhältnismäßig kleinen Wassermenge, insbesondere aber mit Rücksicht auf den Antrieb der Stromerzeuger, wurde für die Turbinen eine Umdrehungszahl von 700 pro Minute gewählt. Die effektive Leistung der Turbinen ist je 110 PS.

Die Laufräder, sogenannte Löffelräder, haben einen äußeren Durchmesser von 850 mm; die Turbinen sind demnach sehr kompensiös gebaut. Die Beaufschlagung wird durch einen Zungenschieber, der eine Verengung der Leitradzelle ermöglicht, geregelt. (Die Gesamtanlage zeigt Fig. 58.)

Die Regulierung erfolgt durch einen Präzisionsregulator mit hydraulischer Wirkung, indem die Verstellung des Schiebers mittels Druckwasser erfolgt (vgl. S. 64 u. f.); dasselbe wird vor dem Absperrschieber der Hauptleitung entnommen und, bevor es in den Druckzylinder gelangt, durch ein Filter gereinigt. Die Regulierung erfolgt derart, daß das durch ein Federpendel beeinflusste Verteilungsventil den Wasserdruck in dem Steuerzylinder ändert; der Zylinderkolben, auf welchen

der Druck einwirkt, ist mit dem Zungenschieber verbunden und schließt bei zunehmendem Drucke und zunehmender Tourenzahl, öffnet dagegen bei vermindertem Drucke, entsprechend einer Tourenverringering.

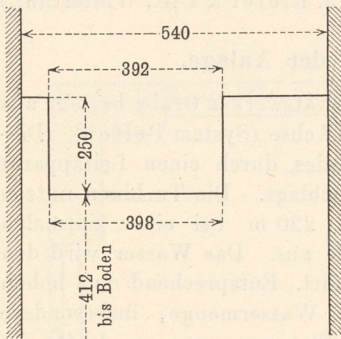
Versuchsordnung.

Die Bremsung erfolgte mittels eines Pronyschen Zaumes; derselbe wurde auf dem freien Wellenende der Turbine angebracht. Der Bremshebel drückte auf eine empfindliche Dezimalwage. Die Länge des Hebels wurde vor und nach den Versuchen gemessen; sie betrug im Mittel 1,8 m. Die Belastung der Wage durch das Bremshebelgewicht ermittelte man ebenfalls am Anfang und am Ende der Versuche und führte den Mittelwert in die Rechnung ein.

Die Tourenzahl der Turbine wurde mittels eines Tachometers gemessen, und die Angaben desselben durch einen besonderen Vergleichsversuch mit einem Handtoureuzähler auf ihre Richtigkeit geprüft.

Die Wassermessung erfolgte an einem Überfalle mit Seitenkontraktion, welcher im Unterwassergraben eingebaut war. Zur

Fig. 59.



Messung der Überfallhöhe h diente ein Schwimmer in einer Entfernung von 4 m oberhalb der Überfallkante. Die Maße des Überfalles kontrollierte man unmittelbar vor dem Versuche und sind dieselben aus Fig. 59 zu ersehen. Bezeichnet b die Breite des Überfalles, so lautet die Formel (14 b), S. 15, welche zur Bestimmung der Wassermenge V angewandt wurde:

$$V = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot b \cdot h \cdot \sqrt{2gh},$$

wobei für den Koeffizienten $\frac{2}{3} \cdot \mu = \mu'$ je nach der Überfallhöhe h die Werte 0,407 bis 0,420 gesetzt wurden¹⁾. Eine besondere Messung ergab, daß das pro Sekunde verbrauchte Kühl- und Schmierwasser für die Bremse 0,0004 cbm, d. h. 0,4 Liter, betrug. Dasselbe kam jeweils von der Überfallwassermenge in Abzug.

Die Gefällsmessung erfolgte, wie dies bei solch hohen Gefällen mit Rohrzuführung üblich ist, mittels Manometers unmittelbar an der Turbine. Dem gemessenen Manometerdruck entspricht jeweils eine bestimmte Wassersäule von der Höhe, um welche der Oberwasserspiegel über der Maßstelle liegt. Allerdings wird hierbei nicht berücksichtigt, daß in der Rohrleitung Druck- bzw. Gefällsverluste durch die Reibung des Wassers während der Bewegung auftreten. Bei Außerachtlassung dieser Verluste, die eigentlich noch im Bereiche der maschinellen Anlage

¹⁾ Vgl. Wassermessung, S. 15 u. 16.