

Gefälle.

Im Anschluß an die Ausführungen über Wassermessungen sei noch einiges über die Messung der Gefällshöhe gesagt. Hierzu können feste, mit Centimeteereinteilung versehene Pegel verwendet werden. Es wird alsdann der Stand des Wasserspiegels mit dem Pegel beobachtet. Im Oberwasserkanal und im Unterwasserkanal wird je ein solcher Pegel in möglichster Nähe der Turbine aufgestellt. Da jedoch die Beobachtung der Wasserstände direkt am Spiegel infolge der Entfernung der Beobachtungsstelle vom Auge des Beobachters erschwert ist, so ist es zweckmäßiger, Schwimmerpegel anzuwenden, welche den Beobachtungspunkt in Augenhöhe treffen. Eine Anwendung von Schwimmerpegeln zeigt Fig. 15 auf S. 19.

Die Schwimmer o und u tragen vertikale Stäbe s_o und s_u mit Maßeinteilung, welche an den Marken m_o und m_u abgelesen werden. Bezeichnet a den Abstand der Marken voneinander, c die Ablesung am Oberwasserschwimmer, b die Ablesung am Unterwasserschwimmer, jeweils vom Spiegel an gerechnet, so gilt für das Gefälle Z :

$$(17) \quad \dots \dots \dots Z = a + b - c.$$

Die Anordnungen für Gefällsmessung lassen sich noch in anderer Weise mit mehr oder weniger primitiven Mitteln ausführen, welche hier jedoch nicht weiter Erwähnung finden sollen.

Wasserräder.

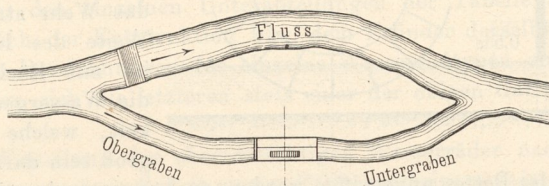
Betrachtung über die zweckmäßige Ausnutzung von Wasserkraften.

Bevor auf die Besprechung der einfachsten und ältesten Wassermotoren, der Wasserräder, eingegangen wird, möge einiges über den Bau von Wasserkraftanlagen im allgemeinen und die Mittel zur zweckmäßigen Ausnutzung der Wasserkraften ausgeführt werden.

Die Arbeitsfähigkeit eines Wasserlaufes ist durch sein natürliches Gefälle, welches dem Wasser eine gewisse Geschwindigkeit erteilt, bedingt. Zur Ausnutzung der Wasserkraft wird fast in allen Fällen ein besonderer Kanal (Mühlgraben) (s. Fig. 16) angelegt und zu diesem Zwecke quer in den Fluß ein Wehr eingebaut, welches durch Stauung des Wassers die Ablenkung eines mehr oder weniger großen Wasser-

quantums in den Kanal bewirkt. Diese Anordnung ist aus verschiedenen Gründen bedeutend vorteilhafter als die Einbauung der Wassermotoren unmittelbar in den Flußlauf. Zunächst hat man durch Teilung des Wasserlaufes in zwei Bette das Wasser mehr in der Gewalt, indem die Möglichkeit besteht, zeitweise durch Absperren des Mühlgrabens den Zufluß zum Wassermotor zu verhindern (z. B. behufs Reparatur), wie überhaupt die Wassermenge, welche den Kanal durchfließen soll, bequem mittels einer Schütze zu regulieren. Ferner eignet sich das Flußbett meist nicht so gut zum Anbringen eines „Grundwerkes“¹⁾, d. h. eines künstlichen Einbaues, welcher die Aufgabe hat, dem Motor das Wasser auf möglichst vorteilhafte Weise zuzuführen, wie der engere Kanal von geometrisch einfachem (meist rechteckigem) Querschnitte. Der Hauptvorteil der Anwendung eines Wehres und Mühlkanales beruht darauf, daß das oft kleine Gefälle eines Wasserlaufes durch Hebung des Wasserspiegels vergrößert und das Gesamtgefälle auf einer längeren Strecke des Flusses auf einen Punkt konzentriert wird.

Fig. 16.



Um diese Verhältnisse zu veranschaulichen, soll ein Zahlenbeispiel durchgerechnet werden.

Ein natürlicher Flußlauf führe eine Wassermenge von $V = 20$ cbm pro Sekunde bei einer mittleren Geschwindigkeit von $v = 0,3$ m/sec. Die Leistung in PS, welche die Wassermasse ohne Anwendung künstlicher Wasserbauten darstellt, ist daher, wenn γ das spezifische Gewicht des Wassers (im allgemeinen = 1 zu setzen) und g die Beschleunigung der Schwere bedeuten:

$$N_a = \frac{1000 \cdot V \cdot \gamma \cdot v^2}{2 \cdot g \cdot 75} = \frac{1000 \cdot 20 \cdot 0,3^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 75} = \text{rund } 1,2 \text{ PS.}$$

Staut man jedoch durch ein Wehr den natürlichen Wasserspiegel, wie durch die Fig. 17 und 18 dargestellt, so daß vor dem Durchlaßschützen im Kanal ein Höhenunterschied von 0,5 m gegenüber dem Unterwasserspiegel entsteht, so durchfließt das Wasser die Schützenöffnung — entsprechend der Druckhöhe $h = 0,5$ m — mit der Geschwindigkeit

$$v' = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,5} = \text{rund } 1,0 \text{ m/sec.}$$

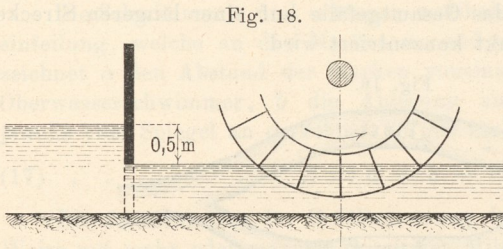
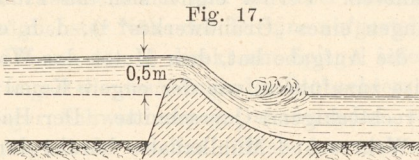
¹⁾ Dieser Betrachtung ist die einfachste Wasserradtype, das unterschlächtige Rad, zugrunde gelegt.

Daraus folgt eine Leistung der Wassermasse von

$$N_a = \frac{1000 \cdot V \cdot \gamma \cdot v^2}{2 \cdot g \cdot 75} = \left[\frac{1000 \cdot V \cdot \gamma \cdot h}{75} = \right] \frac{1000 \cdot 20 \cdot 1^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 75} = 13,6 \text{ PS.}$$

Die Leistung ist also durch eine Stauung von einem halben Meter auf mehr als das 10fache gesteigert worden¹⁾.

Hierbei wurde vorausgesetzt, daß die gesamte Wassermenge von



20 cbm für die Kraftäußerung am Motor zur Geltung kommt. Das trifft allerdings in den meisten Fällen nicht zu, weil, schon mit Rücksicht auf die schwankenden Wasserverhältnisse, häufig ein beträchtlicher Teil des Wassers über das Wehr strömt. Die Weite des Kanalbettes ist mit Rücksicht auf die Wassergeschwindigkeit, welche nicht zu groß sein darf, da sonst die Wände des Bettes angegriffen werden, zu bemessen; im übrigen soll der Querschnitt der Anlagekosten wegen möglichst klein sein. In den meisten Fällen beträgt die Wassergeschwindigkeit im Kanal 0,3 bis 0,6 m/sec.

Einteilung der Wasserräder.

Die Wasserräder, im Gegensatz zu den Turbinen auch „vertikale Wasserräder“ genannt, werden je nach der Lage der Eintrittsstelle des treibenden Wassers in verschiedene Klassen eingeteilt, und man kann im wesentlichen drei Gruppen von Rädern, deren Benennungen schon obigen Einteilungsgrund erkennen lassen, unterscheiden. Es sind das die „unterschlächtigen Räder“, zugleich die ältesten und die einfachsten in konstruktiver Hinsicht, die „oberschlächtigen“ Räder und die zwischen diesen Grenzen liegenden halb-, mittel- und rückenschlächtigen Räder.

Es möge hier eine von Rühlmann aufgestellte übersichtliche Tabelle, welche die Wasserräder nach dem erwähnten Grundsatz, sowie nach weiteren Unterscheidungsmerkmalen ordnet, gegeben werden.

¹⁾ Siehe hierzu auch Rühlmann, Allgemeine Masch.-Lehre, I. Band.