

Badische Landesbibliothek Karlsruhe

Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe

Der Maschinenbau

Redtenbacher, Ferdinand

Mannheim, 1863

Bestimmung der Wassermenge eines Wasserlaufes

[urn:nbn:de:bsz:31-270981](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-270981)

an Kanälen diese Beziehung zwischen der mittleren Geschwindigkeit und der grössten Geschwindigkeit zu bestimmen gesucht und hat folgende empirische Formel aufgestellt:

$$u = U \frac{U + 2.37}{U + 3.15} \dots \dots \dots (1)$$

Die Resultate, welche diese mit den Erfahrungen gut zusammenstimmende Formel gibt, sind in der Tabelle Seite 125 der Resultate, 4. Auflage, enthalten.

Bestimmung der Wassermenge eines Wasserlaufes. Die Wassermenge eines Wasserlaufes kann vermittelt eines Schwimmers oder vermittelt eines künstlich angelegten Ueberfall-Wehres gemessen werden. Die erstere Methode ist für einen wohl geregelten, die letztere auch für einen ungeregelten Wasserlauf anwendbar. Um die Wassermenge vermittelt eines Schwimmers zu messen, bestimmt man zuerst vermittelt des Schwimmers die grösste in der Mitte des Wasserlaufes stattfindende Geschwindigkeit U , berechnet hierauf vermittelt der obigen von Prony aufgestellten Formel (1) die entsprechende mittlere Geschwindigkeit u und bestimmt noch das Querprofil des Wasserlaufes, indem man in verschiedenen Entfernungen vom Ufer die Wassertiefen misst, die in einem und demselben Querschnitt vorkommen. Berechnet man hieraus den Querschnitt Ω und multipliziert denselben mit der mittleren Geschwindigkeit u , so erhält man durch das Produkt Ωu die zu berechnende Wassermenge, welche in jeder Sekunde durch den Querschnitt strömt.

Um diese Wassermenge vermittelt eines künstlichen Wehres zu messen, errichtet man aus starken Brettern quer über den Wasserlauf ein Ueberfallwehr, verdichtet dasselbe am Boden und an den Seiten sorgfältig mit fettem Thon, mit Moos oder mit Werg, lässt hierauf das Wasser über das Wehr abfliessen, misst die Breite b des Wasserstrahles und die Höhe h des Wasserspiegels in einiger Entfernung vor dem Wehr über der horizontalen Ueberfallkante desselben. Vermittelt dieser Daten findet man dann die in jeder Sekunde über das Wehr abfliessende Wassermenge Q in Kubikmetern vermittelt nachstehender Formel:

$$Q = \left(0.351 + 0.062 \frac{b}{B} \right) b h \sqrt{2 g h} \dots \dots \dots (2)$$

vorausgesetzt, dass das Wehr folgende Eigenschaften hat:

- 1) Muss der Querschnitt des Wasserkörpers im Zuflusskanal wenigstens 5 mal grösser sein, als der Querschnitt $b h$,
- 2) muss die Breite b des Ueberfalles wenigstens den dritten Theil von der Kanalbreite B betragen,
- 3) muss der Ueberfall mit einer horizontalen und scharfen Kante versehen sein,
- 4) muss sich die Kante des Ueberfalls wenigstens in einer Höhe $2 h$ über dem Spiegel des Unterwassers befinden.

In dieser Formel bedeutet B die Kanalbreite, b die Ueberfallbreite. Wenn der Ueberfall eben so breit ist, als der Kanal, d. h. wenn $b = B$ ist, gibt die Formel

$$Q = 0.443 b h \sqrt{2 g h} \dots \dots \dots (3)$$

Die Formel (2) ist eine durch Versuchsergebnisse korrigirte unvollkommene theoretische Formel und ist auf folgende Art entstanden.

Man findet die wahre über das Wehr abfliessende Wassermenge Q durch das Product aus dem wahren Querschnitt des Wasserstrahles an der Kante des Ueberfalles in die wahre mittlere Geschwindigkeit des Wassers in diesem Querschnitt. Der wahre Querschnitt des Strahles, gemessen an der Kante, ist aber offenbar kleiner, als das Product $b h$ und die wahre mittlere Geschwindigkeit ist offenbar kleiner, als die Geschwindigkeit $\sqrt{2 g h}$ mit der ein Wassertheilchen an der Kante des Ueberfalls austritt.

Nimmt man nun das Product $b h \sqrt{2 g h}$, so muss dasselbe grösser sein, als die wahre Wassermenge.

Nennt man nun k den Korrektions-Coeffizienten, mit welchem $b h \sqrt{2 g h}$ multiplizirt werden muss, um den wahren Werth von Q zu erhalten, so hat man

$$Q = k b h \sqrt{2 g h} \dots \dots \dots (4)$$

Zur Bestimmung von k sind mannigfaltige Versuche angestellt worden, insbesondere ist dies geschehen durch *Poncelet* und *Lebros*, ferner durch *Kastel* in Toulouse. Die ersteren dieser Versuche wurden mit einem Wehr von nur 0.2 Meter Breite angestellt, die Versuche von *Kastel* dagegen mit einem Wehr von einem Meter Breite. Da die Wehre, welche man zur Messung der Wassermengen der Wasserläufe erbaut, in der Regel 2, 3, 4 Meter Breite haben, so verdienen die Werthe von k , welche mit einem Wehr von einem Meter Breite gefunden wurden, unter sonst gleichen Umständen gewiss mehr Vertrauen, als jene, die durch Versuche mit einem Wehr von nur 0.2 Meter Breite gefunden wurden.

Ich habe daher zur Bestimmung von k die Versuchsergebnisse von Kastel jenen von Poncelet vorgezogen. Dabei hat es sich gezeigt, dass der Coefficient k nicht konstant, sondern mit dem Verhältniss $\frac{b}{B}$ etwas variabel ist, und dass man mit den Versuchsergebnissen nahe übereinstimmende Werthe erhält, wenn man nimmt

$$k = 0.381 + 0.062 \frac{b}{B} \dots \dots \dots (5)$$

Vermittelst dieses Werthes von k verwandelt sich die Formel (4) in die Formel (2). Allein es ist zu bezweifeln, dass dieser Werth von k unter allen Umständen ein für praktische Zwecke hinreichend genaues Resultat geben kann; es ist im Gegentheil wahrscheinlich, dass der wahre Werth von k nicht nur von $\frac{b}{B}$, sondern auch von der absoluten Breite b des Ueberfalles abhängt und mit derselben etwas wächst, weil der Einfluss der seitlichen Contractionen bei einem schmalen Wehr gross, bei einem breiten Wehr klein ausfällt. Indessen einstweilen bis genaue Versuche mit breiten Wehren angestellt werden, bleibt nichts anderes übrig, als sich mit den Versuchsergebnissen von Kastel zu begnügen.

Was die praktische Herstellung eines Wehres zum Behufe der Wassermessung betrifft, so ist diese leichter gesagt als gethan. Man muss zum Behufe dieser Herstellung das Wasser aus dem Kanal ableiten, was oftmals mit Schwierigkeiten verbunden ist, muss ferner dafür sorgen, dass das Wehr ringsum dicht ist, was wohl bei regelmässigen Kanalwänden und Kanalboden leicht geschehen kann, aber bei einem natürlichen Wasserlauf in Sand- oder Geröllboden mit nicht geringen Schwierigkeiten verbunden ist, weil man sich doch einen bedeutenden Kostenaufwand nicht gefallen lassen will.

Um den technischen Werth eines Wasserlaufes zu bestimmen, ist eine genaue Bestimmung der in einem beliebigen Zeitmoment vorhandenen Wassermenge nicht genügend, sondern man muss einen solchen Zeitmoment wählen, in welchem ungefähr die mittlere Wassermenge abfließt, muss aber auch suchen die kleinste und grösste Wassermenge kennen zu lernen. Für sehr wichtige grössere Maschinenanlagen wird man am besten thun, ein Versuchswehr so dauerhaft herzustellen, dass es für die Dauer eines Jahres dicht und fest hält, um die Wasserquantität oftmals und insbesondere wenn Aenderungen sichtlich eintreten zu bestimmen. Ueberhaupt kann man bei diesen Bestimmungen über das Gefälle, die Wassermenge und Beschaffenheit des Wassers nicht vorsichtig genug sein. Sehr

oftmals ist es schon vorgekommen, dass leichtsinnig oder oberflächlich oder mit nicht genügender Sachkenntniss verfahren wurde, und dass die kostspieligsten Einrichtungen auf ungenaue oder fehlerhafte Daten getroffen wurden, so dass dann nachträglich Ergänzungsbauten mit Dampfmaschinen hergestellt werden mussten, um zu allen Zeiten einen geordneten Fabrikbetrieb durchführen zu können.

Der technische Werth einer Wasserkraft. Um zu entscheiden, ob es rathsam ist, die an einem bestimmten Ort vorhandene Wasserkraft zum Betrieb einer Fabrik zu benützen oder mit andern Worten, um die geeignete Baustelle für eine zu errichtende Fabrik von gewisser Ausdehnung zu bestimmen, muss man Nachstehendes in Erwägung ziehen.

Ob der Ort, an welchem eine reichliche Wasserkraft vorhanden ist, für den Betrieb einer Fabrik geeignet ist. Wir haben schon früher, Seite 9, erklärt, dass Lokalitäten im Hochgebirge in der Regel die Eigenschaften nicht besitzen, welche für einen geordneten, sicheren und vortheilhaften Fabrikbetrieb wünschenswerth und nothwendig sind, dass dagegen das Hügel- und Flachland in den meisten Fällen am geeignetsten ist.

Grössere Fabriken sollen immer reichlich mit Betriebskraft versehen sein, so dass ein ungestörter geregelter Betrieb selbst unter ungünstigen Umständen noch möglich ist. Um dem kostspieligen Betrieb mit Dampfmaschinen auszuweichen, wird man daher stets zu suchen haben, eine Wasserkraft ausfindig zu machen, die selbst beim geringsten Wasserzfluss die zum Betrieb nothwendige Kraft liefert. Kann man in der Gegend, in welcher man die Fabrik anlegen will, eine solche Wasserkraft nicht ausfindig machen, sondern nur eine solche, die zwar bei mittlerer Wassermenge hinreichende Kraft darbietet, beim kleinsten Wasserlauf aber nicht, so bleibt freilich nichts anderes übrig, als die Herstellung einer Dampfmaschine, die so viel Kraft entwickelt, als dem Unterschied zwischen der mittleren und kleinsten Wasserkraft entspricht, und die hydraulische Kraftmaschine für die mittlere Wassermenge einzurichten.

In rein theoretischer Hinsicht enthalten zwei Wasserläufe gleiche Leistungsfähigkeiten, wenn ihre absoluten Effekte 1000 Q H und 1000 Q, H, gleich gross sind. Allein in praktischer Hinsicht kann zwischen zwei solchen Wasserläufen ein grosser Unterschied bestehen. Sowohl die Einrichtung für Wasserkräfte mit sehr grossem Gefälle und sehr kleiner Wassermenge, als auch für Wasserkräfte