



Das Feldmessen

Schewior, Georg

Leipzig, 1917

c) Günstigster Querschnitt des Wasserlaufes

[urn:nbn:de:hbz:466:1-97252](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-97252)

Die Geschwindigkeit ist $v = c \cdot \sqrt{R \cdot J}$, dabei

$$R = \frac{F}{U} = \frac{F}{s + 2 \sqrt{t^2 + (1,5t)^2}} = \frac{F}{s + 2t \sqrt{3,25}} = \frac{0,96}{2,86} = 0,34$$

$$J = 0,003 \text{ m (auf 1 m)}$$

$$c = 31,2 \text{ für } n = 0,025 \text{ nach Seite 256,}$$

$$\text{demnach ist } v = c \cdot \sqrt{R \cdot J} = 31,2 \sqrt{0,34 \cdot 0,003} = 1,00 \text{ m}$$

$$\text{und } Q = F \cdot v = 0,96 \cdot 1,00 \\ = 0,960 \text{ cbm.}$$

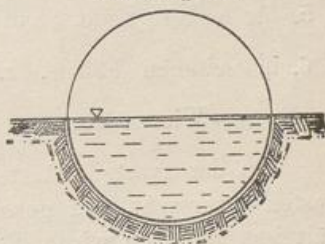
Sehr oft ist die Aufgabe so gestellt, daß zu einer gegebenen Wassermenge Q die Abmessungen eines Flußbettes gesucht werden. Die Lösung ist nur durch Versuchsrechnung möglich. Um diese sehr umständliche und zeitraubende Arbeit zu sparen, hat Kutter in dem schon genannten Werke (siehe S. 257) für eine Reihe häufig vorkommender trapezförmiger Querschnitte mit der Böschung $1:1\frac{1}{2}$ die Wassermengen und Geschwindigkeiten in Zahlentafeln zusammengestellt. Letztere sind nach den Rauigkeitsgraden $n = 0,025, 0,030$ und $0,035$ für Gefälle bis 3‰ geordnet.

Das gleichfalls Seite 257 aufgeführte Tafelwerk*) des Verfassers gestattet die unmittelbare Entnahme der Wassermengen für kleinste und größte Querschnitte mit den Böschungen $1:0, 1:1, 1:1\frac{1}{2}, 1:2$ und $1:3$. Die Tafeln umfassen die Rauigkeitsgrade $n = 0,025$ und $n = 0,030$ und die Gefälle $J = 0,05\text{‰}$ bis 100‰ .

c) Günstigster Querschnitt des Wasserlaufes.

Die Geschwindigkeit des Wassers erleidet, wie schon Seite 233 gesagt ist, durch die Reibungswiderstände an den Wandungen des Bettes und an der Luft eine Verminderung, die nach einschlägigen Beobachtungen mit der Größe des benetzten Umfanges U (Abbil. 296) wächst und mit der Größe des Wasserquerschnittes F abnimmt. Für die Bewegung des Wassers wird demnach von verschiedenen Querschnitten derjenige der günstigste sein, bei dem — ein gleicher Fassungsraum vorausgesetzt — der benetzte Umfang den kleinsten Betrag erreicht. Unter

Abbildung 299.



*) Hilfstafeln zur Bearbeitung von Meliorationsentwürfen und anderen wasserbautechnischen Aufgaben. Umfassend: Drainrohrweiten; Wassermengen in den Gräben $1:0, 1:1, 1:1\frac{1}{2}, 1:2$ und $1:3$; Wassergeschwindigkeit in Gerinnen und Gräben mit beliebigem Querschnitte und Rauigkeitsgrade; Querschnittsflächen, Böschungflächen und Grabenbreiten; Durchflußmengen in kurzen, vollaufenden Rohrleitungen; Abflußmengen für Ueberfallwehre, Grundwehre, Schleusen und Brücken; Staulängen und Stauhöhen. Aufgestellt und herausgegeben von G. Schewior. Verlag Paul Parey, Berlin 1907.

Die Tafeln sind durch den Herrn Minister für Landwirtschaft, Domänen und Forsten in Preußen, durch den Herrn Minister des Innern im Großherzogtum Hessen-Darmstadt, durch den Herrn Staatssekretär des Reichskolonialamtes und durch das k. k. österreichische Ackerbauministerium für den Gebrauch empfohlen. Nach dem technischen Mitgliede der kgl. Württembergischen Regierung Baurat Fauser („Meliorationen“, Verlag Göschen-Leipzig 1913, I. Teil, S. 72) sind von sämtlichen Tafeln „vor allem diejenigen von Schewior als für kulturtechnische Zwecke sehr brauchbar zu bezeichnen“.

allen möglichen Querschnitten ergibt der Halbkreis, dessen Mittelpunkt in den Wasserspiegel fällt, den „günstigsten“ oder „vorteilhaftesten“ Querschnitt (Abbil. 299). Diesem am nächsten kommen die regelmäßigen n -Ecke (Abbil. 300 bis 302), wenn der Wasserspiegel durch den Mittelpunkt des eingeschriebenen Kreises geht.

Für Holz-, Stein- oder Blechkanäle wird eine der obigen Formen sich anwenden lassen, nicht aber für Gräben in Erde. Für diese ist die trapezförmige Anordnung nach Abbil. 302 zweckmäßig, jedoch mit flacheren Böschungen, als hier das regelmäßige Sechseck zeigt.

Abbildung 300.

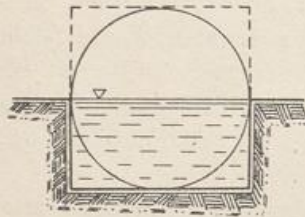
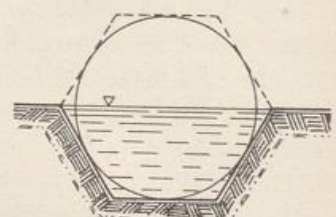


Abbildung 301.



Abbildung 302.



Die Stärke der Neigung der Böschungen hängt von der Festigkeit des Stoffes ab, in dem das Gerinne angelegt oder eingeschnitten ist. Ueblich sind folgende Böschungsverhältnisse:

1. für Bretter, Beton und Mörtelmauerwerk 1:0 (Abb. 300);
2. für Futtermauern 1:0,5;
3. für Steinpflaster, Trockenmauerwerk und feste Erde mit Uferbefestigung 1:1;
4. für feste Erde ohne Uferbefestigung 1:1½;
5. für lockere Erde, Sand und dergl. { 1:2;
1:3;
6. in seltenen Fällen, z. B. bei Regelung der Vorflut in Wiesentälern { 1:4;
1:5;

Da der „vorteilhafteste“ Querschnitt bisweilen die geringsten Ausführungskosten verursacht, soll gezeigt werden, wie dieser für beliebige Böschungsverhältnisse gefunden wird. Bezeichnet s die Sohlenbreite, t die Wassertiefe und

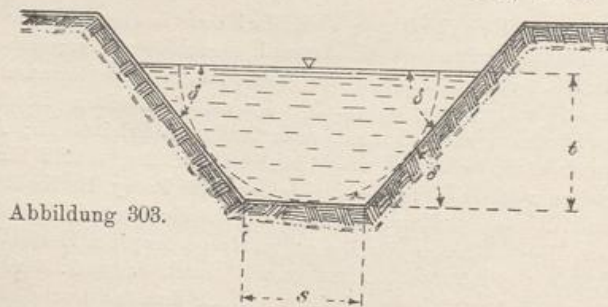


Abbildung 303.

δ den Böschungswinkel, d. h. die Neigung der Böschung gegen die Wagerechte (Abbil. 303), so ist für diesen:

$$(1) \quad t = \sqrt{\frac{F \cdot \sin \delta}{2 - \cos \delta}}$$

$$(2) \quad s = \frac{F}{t} - t \cotg \delta$$

$$(3) \quad \frac{t}{s} = \frac{1}{2} \cotg \delta/2$$

$$(4) \quad R = \frac{F}{U} = \frac{t}{2}$$

Für die gewöhnlichen Böschungsanlagen ergeben sich nach (3) folgende Beziehungen:

Böschungs- verhältnis	Böschungswinkel δ			Verhältnis der Wassertiefe zur Sohlenbreite $\frac{t}{s}$
	°	'	"	
1:0	90	00	00	0,500
1:0,5	63	26	06	0,809
1:1	45	00	00	1,209
1:1 $\frac{1}{2}$	33	41	24	1,648
1:2	26	33	54	2,120
1:3	18	26	06	3,061
1:4	14	02	10	4,009
1:5	11	18	35	5,165

Beispiel 1. Ein Wasserlauf soll mit einem Böschungswinkel $\delta = 26^\circ 33' 54''$ (Böschung 1:2) für eine sekundliche Wassermenge $Q = 4,00$ cbm angelegt werden. Der „günstigste“ Querschnitt und das Gefälle sind zu berechnen unter der Bedingung, daß die Geschwindigkeit des Wassers $v = 0,8$ m/sek beträgt (Abbildung 304).

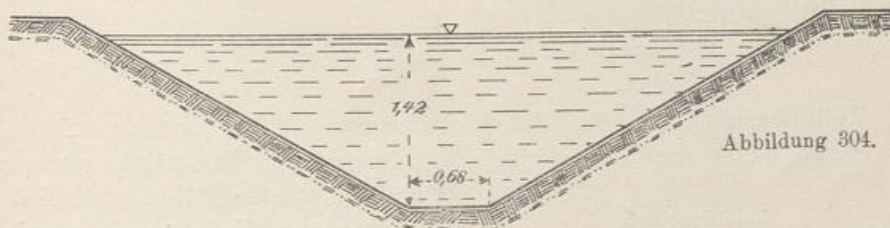


Abbildung 304.

Lösung. $F = \frac{Q}{v} = \frac{4,00}{0,8} = 5,0 \text{ qm}$

$$t = \sqrt{\frac{F \cdot \sin \delta}{2 - \cos \delta}} = \sqrt{\frac{5,0 \cdot 0,4472}{2 - 0,8944}} = 1,42 \text{ m}$$

$$s = \frac{F}{t} - t \cotg \delta = \frac{5,0}{1,42} - 1,42 \cdot 2,0000 = 0,68 \text{ m.}$$

Zur Berechnung des Gefälles J führt man die Geschwindigkeitsformel auf Seite 256 ein:

$$v = c \sqrt{R J}, \text{ woraus}$$

$$J = \frac{v^2}{c^2 R}.$$

Hierbei ist nach Seite 263 $R = \frac{t}{2} = 0,71$ und c versuchsweise $= 37,0$ nach S. 256, wenn der Rauigkeitsgrad zu $n = 0,025$ angenommen wird.

$$\begin{aligned} \text{Es ist also: } J &= \frac{0,8^2}{37,0^2 \cdot 0,71} = \frac{0,64}{971,99} \\ &= 0,00066 \\ &= 0,66 \text{ ‰.} \end{aligned}$$

Der Geschwindigkeitswert war zu $c = 37,0$ versuchsweise angenommen worden. Da J zu $0,66 \text{ ‰}$ ermittelt ist, ändert sich der zugehörige Wert von c nach $37,1$. Der Einfluß auf das Endergebnis ist aber belanglos, so daß hier die nochmalige Berechnung von J unterbleiben kann.

Beispiel 2. Für einen Entwässerungsgraben mit $1\frac{1}{2}$ facher Böschungsanlage ist der „vorteilhafteste“ Querschnitt zu suchen. Die Zuflußmenge beträgt $0,280 \text{ cbm}$, das einzuhaltende Gefälle $J = 0,002$ (2 ‰).

Lösung. Nach Zahlentafel S. 263 ist:

$$\frac{t}{s} = 1,648, \text{ daraus } t = 1,648 s.$$

Nimmt man schätzungsweise $s = 0,3 \text{ m}$ an, so ergibt sich
 $t = 1,648 \cdot 0,3 = 0,49 \text{ m}.$

Zur Berechnung der von den vorstehenden Abmessungen abgeführten Wassermenge Q ermittelt man v .

$$\begin{aligned} v &= c \cdot \sqrt{R \cdot J}, \text{ hierbei } R = \frac{t}{2} = 0,245, J = 0,002 \\ &= 23,2 \sqrt{0,245 \cdot 0,002}, \text{ wo } c \text{ für } n = 0,030 \text{ bestimmt ist} \\ &= 0,51 \text{ m.} \end{aligned}$$

Es ist sodann:

$$\begin{aligned} Q &= F \cdot v = t(s + 1,5 t) \cdot v = 0,49(0,3 + 0,74) \cdot 0,51 \\ &= 0,260 \text{ cbm.} \end{aligned}$$

Wollte man eine genaue Uebereinstimmung ($0,280 \text{ cbm}$ statt $0,260 \text{ cbm}$) erhalten, so müßte die Sohlenbreite und hiernach die Wassertiefe etwas vergrößert werden. Man wird sich im vorliegenden Falle damit begnügen,



nur die Wassertiefe von $t = 0,49$ auf $0,50 \text{ m}$ zu erhöhen. Man erhält alsdann den in Abbil. 305 dargestellten Grabenschnitt.

Die Berechnung ist, wie man aus beiden Beispielen ersieht, ziemlich umständlich. Es wird deshalb auf die an mehreren Stellen (S. 257 und 261) erwähnten Hilfstafeln des Verfassers verwiesen, die den günstigsten oder vorteilhaftesten Querschnitt unmittelbar anzeigen.

Oft ist man allerdings genötigt, bei der Bemessung des Wasserquerschnittes von anderen Gesichtspunkten auszugehen. So wird es vielfach unmöglich sein, einem Graben die vorteilhafteste Tiefe zu geben, z. B. bei Bewässerungsgräben oder bei Werkkanälen (Mühlenzuleitern usw., s. unten), wo es sich empfiehlt, das Wasser möglichst hoch zu halten, oder wegen schlechten Untergrundes oder aus anderen Gründen mehr. Immerhin ist es zweckmäßig, nicht erheblich von der günstigsten Form abzuweichen, weil dadurch die Reibungswiderstände erhöht werden

3. Messungen für Kraftanlagen.

a) **Allgemeines.** Fällt ein Körper vom Gewicht P den Höhenunterschied h frei herab, so hat er eine Arbeit A geleistet, deren Betrag aus Kraft mal Weg, demnach

$$A = P \cdot h$$

sich berechnet. Als Maß für die Arbeit gilt das Meterkilogramm (mkg). Wird dieses für die Zeiteinheit (1 Sekunde = sek) angegeben, so erhält man die „Arbeitsleistung“ in mkg/sek.

Die Natur hat im Wasser, wenn dieses in einem Flußbette gesammelt wird, eine Quelle stetiger Arbeitsleistung geschaffen, die für mannigfache Zwecke in besonderen Kraftanlagen der Technik nutzbar gemacht wird. Denkt man sich in einem Flußlaufe einen natürlichen oder mit Rücksicht auf die örtlichen Verhältnisse einen künstlich hergestellten Wasserfall (Abbil. 306), so wird von diesem eine sekundliche Wassermenge Q in Kubikmeter geliefert, die einem Gewichte von $1000 \cdot Q$ kg gleichkommt. Bei einer Fallhöhe h in Metern ergibt sich eine Arbeitsleistung

$$A = 1000 \cdot Q \cdot h \text{ mkg/sek,}$$

Abbildung 306.

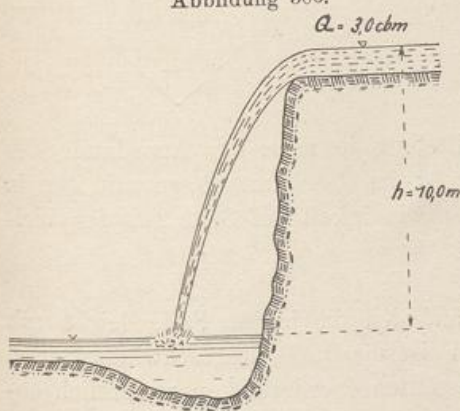
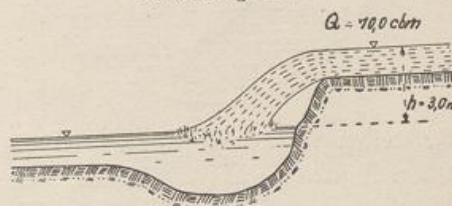


Abbildung 307.



die in der Regel bei größerem Ausmaße in „Pferdestärken“ ausgedrückt wird. Setzt man diese

$$PS = 75 \text{ mkg/sek,}$$

so erhält man

$$A = \frac{1000 \cdot Q \cdot h}{75} PS.$$

Die Arbeitsleistung bleibt dieselbe bei entsprechender Aenderung der Größen Q und h , d. h. es kann eine kleinere Wassermenge von entsprechend größerer Höhe herabfallen und umgekehrt, wie es die beiden Abbildungen 307 und 306 zeigen. In beiden Fällen beträgt die Arbeitsleistung $A = 1000 \cdot Q \cdot h = 30000$ mkg/sek. Für die technische Ausnutzung ist allerdings die Verschiedenheit von Q und h von einschneidender Bedeutung.