



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Das Feldmessen

Schewior, Georg

Leipzig, 1917

2. Wassermengen in langen Rohrleitungen

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

2. Wassermengen in langen Rohrleitungen.

Ist F der Flächeninhalt des wasserführenden Querschnittes eines Rohres, so ist die abgeführte Wassermasse

$$Q = F \cdot v.$$

Hierbei wird die Durchflußgeschwindigkeit v nach der allgemeinen, schon Seite 257 bekannt gegebenen Gleichung von Ganguillet und Kutter*)

$$v = c \cdot \sqrt{R \cdot J} = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0,00155}{J}}{1 + \left(23 + \frac{0,00155}{J}\right) \cdot \frac{n}{\sqrt{R}}} \cdot \sqrt{R \cdot J}$$

entwickelt. Für Gefälle $J \geq 0,0005$ (0,5 ‰ oder 1:2000) tritt jedoch in der Regel die einfachere Geschwindigkeitsformel nach Kutter ein:

$$v = c \cdot \sqrt{R \cdot J} = \frac{100 \sqrt{R}}{a + \sqrt{R}} \cdot \sqrt{R \cdot J}.$$

Die Geschwindigkeitsformeln bleiben zutreffend, ob die Rohrleitung voll läuft, d. h. ob das Wasser unter Druck steht, oder ob die Leitung nur teilweise gefüllt ist, also das Wasser mit freiem Spiegel zum Abfluß gelangt.

Für das volllaufende **runde** Rohr (Abbil. 321) mit dem Durchmesser d ist der wasserführende Querschnitt

$$F = \frac{d^2 \pi}{4} \text{ und } R = \frac{F}{U} = \frac{d^2 \pi}{4 \cdot d \pi} = \frac{d}{4},$$

so daß je nach der gestellten Aufgabe die Größe Q , d oder J gesucht wird. Das Gefälle J wird dabei häufig in der Form

$$J = \frac{h}{l}$$

geschrieben, wo h den Höhenunterschied des Anfangs- und Endpunktes einer Rohrleitung von der Länge l (wagerecht gemessen) bedeutet. Unter Beachtung der angegebenen Formeln findet sich hiernach:

$$F = \frac{d^2 \pi}{4} = 0,786 d^2;$$

$$U = d \pi = 3,142 d;$$

$$R = \frac{F}{U} = 0,250 d;$$

$$v = c \cdot \sqrt{\frac{d}{4} \cdot \frac{h}{l}} = \frac{c}{2} \sqrt{d \cdot \frac{h}{l}}$$

$$Q = \frac{d^2 \pi}{4} \cdot c \sqrt{\frac{d}{4} \cdot \frac{h}{l}} = 0,393 \cdot c \cdot \sqrt{d^5 \cdot \frac{h}{l}}.$$

Bei teilweiser Füllung des Rohres (Abbil. 322) wird der wasserführende Querschnitt berechnet nach:

$$F = \left(\frac{w}{180^\circ} \cdot \pi - \sin w \right) \frac{d^2}{8},$$

Abbildung 321.

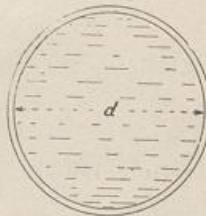


Abbildung 322.



*) Siehe auch: Weyrauch: Hydraulisches Rechnen. Verlag Konrad Wittwer, Stuttgart 1909. — Gamann: Hydraulik und ihre Anwendung in der Kulturtechnik. Verlag Paul Parey, Berlin 1909.

weiter:

$$U = \frac{w \cdot \pi}{360^\circ} \cdot d$$

$$R = \frac{w \cdot \pi - \sin w \cdot 180^\circ}{w \cdot \pi} \cdot \frac{d}{4}$$

Aus diesen Beziehungen ist rechnermäßig festzustellen, daß die größte Wassermenge nicht bei vollständig gefülltem Rohre, sondern bei einem Füllwinkel (Abbil. 322) $w = \text{rd } 308^\circ$ — dies entspricht einer Füllhöhe $d_1 = 0,91 d$ — zum Abfluß gelangt. Die größte Wassergeschwindigkeit tritt dagegen bei einem Winkel $w = \text{rd } 257\frac{1}{2}^\circ$ ein.

In dem üblichen vollaufenden **eiförmigen** Rohre (Abbildung 323), bei dem die Kämpferlinie in $\frac{2}{3}$ der lichten Querschnittshöhe liegt, erhält man:

$$F = 4,594 r^2$$

$$U = 7,930 r$$

$$R = 0,579 r$$

$$v = 0,761 \cdot c \sqrt{r \cdot \frac{h}{l}}$$

$$Q = 3,496 \cdot c \sqrt{r^5 \cdot \frac{h}{l}},$$

wobei r der grundlegende Halbmesser des Rohrquerschnittes gemäß Abbil. 323 ist.

Die größte Wassermenge wird hier erreicht, wenn der Füllwinkel $w = \text{rd } 297\frac{1}{2}^\circ$ bei rd 0,94 der lichten Querschnittshöhe beträgt, die größte Durchflußgeschwindigkeit, wenn $w = \text{rd } 248\frac{1}{2}^\circ$ ist.

Ist der Querschnitt nur bis zur Kämpferhöhe gefüllt, so ist $F = 3,023 r^2$, $U = 4,788 r$ und $R = 0,631 r$.

Bei teilweiser Füllung (Abbil. 324) in der Entfernung y unter der Kämpferhöhe besteht für den Flächeninhalt des Wasserquerschnittes F_y die Gleichung:

$$F_y = r^2 \left[3,023 - 9 \arcsin \left(\sin = \frac{y}{3r} \right) \right] + r y \left[4 - 3 \sqrt{1 - \left(\frac{y}{3r} \right)^2} \right].$$

$$\text{Ferner ist } U_y = r \left[4,788 - 6 \arcsin \left(\sin = \frac{y}{3r} \right) \right], \text{ woraus}$$

$$R_y = \frac{F_y}{U_y}$$

abzuleiten ist.

Für anders geformte Rohrquerschnitte wird am raschesten eine Zeichnung im großen Maßstabe über die Größen F und U bzw. R unterrichten. Die Ausmessung kann mit Hilfe der im I. Teile angegebenen Flächen- und Längenmeßinstrumente vorgenommen werden.

Hierbei sei auch auf „Das Taschenbuch für Kanalisations-Ingenieure“ von Imhoff, Verlag von Oldenbourg-München und Berlin 1907, verwiesen, das eine reiche Auswahl abweichender Querschnittsformen unter Angabe einer sehr einfachen Berechnung von F , U und R bei voller oder teilweiser Füllung nachweist.

Abbildung 323.

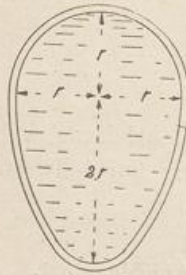


Abbildung 324.



Als Widerstandswerte a und n der auf Seite 279 mitgeteilten Geschwindigkeitsformeln haben sich die in der nachstehenden Zahlentafel 8 enthaltenen Zahlen bewährt.

Zahlentafel 8.

Mittlere Widerstandswerte a und n für die Geschwindigkeitsformeln von Ganguillet und Kutter.

Nr.	Art der Rohrwandung	a	n
1.	Neuer vollständig glattgeputzter Beton (Spiegelputz), glattgehobelter Holz, glatte Metallplatten ohne Ränder, z. B. neue eiserne Druckrohrleitungen	0,10	0,0109
2.	Älterer vollständig glattgeputzter Beton, sauberes glattes Quadermauerwerk oder ältere Metallplatten, z. B. ältere eiserne Druckrohrleitungen, Druckrohrleitungen in Eisenbeton	0,25	0,0125
3.	Ältere Zementrohre mit Rändern	0,35	0,0135
4.	Rauh zugeriebene ältere Betonputzflächen, gewöhnliches Schichten- oder Backsteinmauerwerk	0,50	0,015
5.	Ebene Betonflächen ohne Putz, gefugtes hammerrechtes Bruchsteinmauerwerk, Sohle etwas mit Schlamm bedeckt	0,70	0,017
6.	Alter Beton oder Mauerwerk mit schlammiger, unbefestigter Sohle; glatter Fels	1,00	0,020
7.	Sehr rauher Fels, schlammige Sohle mit wenig Wasserpflanzen	1,70	0,027

Hiernach beträgt bei der einfachen Kutterschen Formel (S. 279), unter Berücksichtigung, daß meist größere Gefälle als 0,5 ‰ vorliegen,

für Kanalisationsleitungen mit Zement- oder Tonrohren . . . $a = 0,35$,

für Leitungen der Wasserversorgung $a = 0,25$;

für Wasserkraftanlagen ist je nach Art und Beschaffenheit der Rohrleitung vorzugehen.

Bei Röhren-Entwässerungen (Drainage) wird neuerdings nach dem Vorgange von Gerhardt*) für die kurzen Ton- oder Zementröhren mit $a = 0,30$ gerechnet.

Hier ist aber die bislang übliche Geschwindigkeitsformel

$$v = 3,59 c \sqrt{\frac{d \cdot h}{2 + d}}$$

noch sehr verbreitet, wo h das Gefälle in ‰ darstellt und c ein von Vincent eingeführter Widerstandswert ist. Nach diesem ist bei einem

Rohrdurchmesser $d = 4 \quad 5 \quad 6,5 \quad 8 \quad 10 \quad 13 \quad 16 \quad 18 \quad 21$ cm
der Widerstandswert $c = 0,71 \quad 0,75 \quad 0,78 \quad 0,80 \quad 0,83 \quad 0,86 \quad 0,88 \quad 0,90 \quad 0,92$

Die Auswertung der vorstehend bekannt gegebenen Formeln ist in allen Fällen äußerst umständlich und zeitraubend. Man hat deshalb für den ständigen

*) „Grundlehren der Kulturtechnik“, Paul Parey, Berlin 1909.

Gebrauch Zahlentafeln aufgestellt oder Schaubilder gezeichnet, denen die gewünschten Größen leicht entnommen werden können. Es seien erwähnt für allgemeine Zwecke: „Hydraulisches Rechnen“ von Weyrauch, Verlag von Konrad Wittwer-Stuttgart 1909, im einzelnen für Kanalisationen das schon erwähnte Taschenbuch von Imhoff (s. S. 280) und für Wasserleitungen der auf Seite 228 genannte Leitfaden von Heinemann. Für die besonderen Zwecke der Röhrenentwässerung werden die Hilfstafeln (s. S. 261) des Verfassers genannt, die eine Tafel für die Geschwindigkeitsformel nach Vincent enthalten, sowie eine Einzel-Tafel*) desselben Verfassers, die für $a = 0,30$ gemäß dem Vorschlage von Gerhardt aufgestellt ist.

F. Absteckarbeiten und Schlußvermessung.

A. Absteckarbeiten.

I. Allgemeines.

Die Aufgaben, die in das Gebiet der „Absteckung“ fallen, betreffen die Festlegung der Umrisse von Bauanlagen im Gelände, wobei durch gewisse Arbeiten diejenigen Punkte nach Lage und Höhe bestimmt und vorübergehend oder dauernd bezeichnet werden, die als Richtschnur für die Ausführung der geplanten Neuanlagen erforderlich sind.

1. Die Festlegung der Punkte wird bei wichtigen Bauten in der Regel aufgrund von Lage- und Höhenplänen vorgenommen, in denen der Verlauf der für die Anlage maßgebenden „Leitlinie“, „Mittellinie“, „Achslinie“ oder „Achse“ eingezeichnet ist und in denen alle näheren Bestimmungsstücke für die Absteckung enthalten sind. Für solche Fälle werden mittels „Vorarbeiten“ die in Betracht kommenden örtlichen Verhältnisse**) ermittelt und geklärt, wodurch die den Umständen entsprechende zweckmäßigste und wirtschaftlichste Linie bestimmt wird.

Die Vorarbeiten werden sehr oft zunächst als „Allgemeine Vorarbeiten“ durchgeführt, um ein überschlägliches Urteil über die in Aussicht genommenen Anlagen zu gewinnen und eine vorläufige Leitlinie festzusetzen. Hierzu genügen vielfach die von der Landesaufnahme hergestellten Karten (siehe I. Teil, S. 180), besonders die Meßtischblätter im Maßstabe 1:25000, in die beim Begange des Geländes die fraglichen Linien, siehe beispielsweise Tafel IX im I. Teile, eingetragen werden. Bedenken über die Höhenverhältnisse können am einfachsten unter Zuhilfenahme eines „Luftdruckmessers“ (s. S. 196) besei-

*) „Graphische Tafel für Drainrohrweiten“. Von G. Schewior. Verlag von Bernh. Friedr. Voigt-Leipzig 1913.

**) Ueber die in Betracht kommenden Gesichtspunkte unterrichten die auf Seite 228 namentlich angegebenen Einzelbände des „Handbuches des Bauingenieurs“.