Die Wassergeschwindigkeit in Drainrohrleitungen

Autor(en): **Fluck, Hans J.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Zeitschrift für Vermessungswesen und Kulturtechnik = Revue technique suisse des mensurations et améliorations foncières**

Band (Jahr): **27 (1929)**

Heft 9

PDF erstellt am: **30.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-191438

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

SCHWEIZERISCHE
Zeitschrift für Vermessungswesen und Kulturtechnik
ORGAN DES SCHWEIZ. GEOMETERVEREINS
REVUE TECHNIQUE SUISSE DES MENSURATIONS ET AMÉLIORATIONS FONCIÈRES
ORGANE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES GÉOMÈTRES

Redaktion: F. BAESCHLIN, Professor, Zollikon (Zürich)
Ständiger Mitarbeiter für Kulturtechnik: Dr. Ing. H. FLUCK, Dipl. Kulturingenieur, Neuchâtel Poudrières, 19. — Redaktionsschluß: Am 1. jeden Monats.
Expedition, Inseraten- und Abonnements-Annahme:
BUCHDRUCKEREI WINTERTHUR VORM. G. BINKERT, WINTERTHUR

Erscheinend am 2. Dienstag jeden Monats Inserate: 50 Cts. per 1spaltige Nonp.-Zeile	No. 9 des XXVII. Jahrganges der „Schweiz. Geometerzeitung". 10. September 1929	Abonnemente: Schweiz . . . Fr. 12.— jährlich Ausland . . . „ 15.— „ Unentgeltlich für Mitglieder des Schweiz. Geometervereins

Die Wassergeschwindigkeit in Drainrohrleitungen.

Von Dr. ing. *Hans J. Fluck*, Neuenburg.

Die bisher gebräuchlichsten Geschwindigkeitsformeln für Drainrohrleitungen sind die folgenden:

1. Stocken (1852), Kopp, Gieseler, Friedrich $v_1 = 20\sqrt{D\,J}$
2. Vincent (1854) $$v_2 = \frac{35{,}96}{\sqrt{2+D}} \cdot \frac{a}{b}\sqrt{D\,J}$$

wobei für D = 0,05 0,06 0,08 0,10 0,12 0,15 0,18 0,20 0,25 0,30 m

$\frac{a}{b}$ = 0,74 0,77 0,80 0,83 0,85 0,87 0,89 0,90 0,91 0,93

3. Frank (1881) $$v_3 = \sqrt{\frac{1}{0{,}000495 + \frac{0{,}000652}{\sqrt{D}}}\sqrt{D\,J}}$$

für voll laufende Röhren

4. Bazin, Merl (1902) $$v_4 = \frac{87}{1+\frac{\gamma}{\sqrt{R}}}\sqrt{R\,J},\ \gamma = 0{,}19$$
5. Kutter, Spöttle, Zwicky, Fauser $$v_5 = \frac{100\sqrt{R}}{m+\sqrt{R}}\sqrt{R\,J},\ m = 0{,}27$$
6. Kutter, Gerhardt, Krüger, Heimerle $$v_6 = \frac{100\sqrt{R}}{m+\sqrt{R}}\sqrt{R\,J},\ m = 0{,}30.$$

Hierin sind:

v_x = mittlere Wassergeschwindigkeit des Profils in m/sec,
D = lichter Rohrdurchmesser in m,
R = hydraulischer oder Profil-Radius in m,
J = Relativgefälle.

Genaue Beobachtungen über die Wassergeschwindigkeit in Drainrohrleitungen haben aber erst die Amerikaner Ing. Yarnell und Prof. Woodward in den Jahren 1916 und 1917 angestellt[1]). Die Versuche wurden an einer 174 m langen, geradlinigen Leitung aus Ton- und Zementdrainröhren vom Durchmesser 10,2 bis 30,5 cm vorgenommen. Die Länge der Röhren betrug 30,5 cm bei den Kalibern bis und mit 20,3 cm und 61 cm bei den größern Kalibern. Das Gefälle variierte von 0,5 bis 15 ‰. Die Röhren wurden mit größter Sorgfalt in einer undurchlässigen Rinne auf eine Erdschicht verlegt und mit Erde überfüllt. Alles Wasser wurde am obern Ende der Rohrleitung eingelassen.

Auf Grund von 824 genauen Beobachtungen stellten die beiden Forscher folgende, auf Metermaß umgerechnete Beziehung fest:

7. $$v_7 = 93\, R^{\frac{2}{3}}\, J^{\frac{1}{2}}$$

Die formale Richtigkeit dieser Formel wird bestätigt durch die Untersuchungen von Dr. A. Strickler[2]), der für Rohrleitungen mit Profilradien über 6—7 mm und genügend großen Geschwindigkeiten folgende Gleichung aufstellte:

8. $$v_8 = \sqrt{k^2 R^{\frac{4}{3}} J + \left(\frac{\pi \eta k^2}{\gamma R^{\frac{2}{3}}}\right)^2} - \frac{\pi \eta k^2}{\gamma R^{\frac{2}{3}}}$$

wobei $\frac{\eta}{\gamma} = 0{,}134 \cdot 10^{-6}$ für Wassertemperatur von 12°,

k = Rauhigkeitskoeffizient für
- Röhren mit mäßiger Inkrustation $k = 70$
- neue gußeiserne Röhren, geglätteten Beton, Holzbretter, Dauben, feinen Schlamm $k = 90$
- Zementglattstrich, gehobeltes Holz $k = 100$.

Uebersteigt der Profilradius die Größe von 3 bis 4 cm (Kaliber über 15 cm), so kann die Gleichung 8, ohne daß ein wesentlicher Fehler entsteht, in Uebereinstimmung mit der Formel 7 (und der früher schon bekannten 2. Gaukler'schen Formel) auf die folgende Form gebracht werden:

9. $$v_9 = k\, R^{\frac{2}{3}}\, J^{\frac{1}{2}}$$

Für die mittleren Größen der von Yarnell und Woodward berücksichtigten Durchmesser und Gefälle, also für $D = 0{,}20$ m und $J = 0{,}007$, ergibt sich nach Formel 7 die Wassergeschwindigkeit zu 1,05 m/sec für

---

[1]) *Yarnell* and *Woodward:* The flow of water in tile drain. Bulletin 854, United States Department of Agriculture, Washington, 1920. Vergl. hierüber *Diserens:* Vitesse de l'eau dans les conduites de drainage. Schweiz. Zeitschrift für Vermessungswesen und Kulturtechnik, 1924, Seite 108 ff. und 1929, Seite 156.

[2]) Dr. *A. Strickler:* Beiträge zur Frage der Geschwindigkeitsformel und der Rauhigkeitszahlen für Ströme, Kanäle und geschlossene Leitungen. Mitteilungen No. 16 des Eidg. Wasserwirtschaftsamtes, Bern, 1923.

voll laufende Röhren. Setzen wir diesen Wert in die Formel 8 ein, so erhalten wir $k = 95$. Mit diesem Rauhigkeitskoeffizienten gerechnet, liefert die Formel 8 bei voll laufenden Röhren folgende

Wassergeschwindigkeiten v_8 in m/sec.

Gefälle %	Rohrdurchmesser in cm									
	5	6	8	10	12	15	18	20	25	30
0,2	0,17	0,20	0,27	0,32	0,37	0,44	0,51	0,55	0,65	0,73
1,0	0,45	0,52	0,65	0,77	0,88	1,03	1,17	1,26	1,47	1,67
10,0	1,54	1,77	2,16	2,52	2,86	3,33	—	—	—	—

Diese Werte können als richtig angenommen werden für Abflußverhältnisse, wie sie bei den Versuchen von Yarnell und Woodward vorlagen. Die praktischen Drainrohrleitungen weisen aber verschiedene Abfluß vermindernde Fehler und Hindernisse auf, die bei den amerikanischen Versuchen ausgeschaltet waren, so Abweichungen vom Nenndurchmesser und vom Kreisquerschnitt der Röhren, exzentrische Lage der Röhren[3]), Ablagerungen aller Art, Eintritt des Wassers durch die Stoßfugen, Einmündungen der Sauger und Nebensammler, brüske Richtungs- und Gefällsänderungen usw. Aus diesen Gründen können die oben angegebenen Geschwindigkeiten v_8 nur bei außerordentlich günstigen Verhältnissen auftreten. Die für die praktischen Drainrohrleitungen bestimmten Formeln 1 bis 6 sollten demnach Geschwindigkeiten v_x ergeben, die kleiner sind als v_8 (erste Bedingung).

Da ferner die meisten der oben erwähnten Fehler und Hindernisse bei den großen Kalibern verhältnismäßig einen kleinern Einfluß auf die Wasserabführung ausüben als bei den kleinen Kalibern, so sollte v_x sich mit wachsendem Durchmesser immer mehr v_8 nähern (zweite Bedingung).

Um die Formeln 1 bis 6 auf diese beiden Bedingungen hin zu prüfen, haben wir für die üblichen Rohrdurchmesser und die Gefälle 0,2, 1,0 und 10,0% die Geschwindigkeiten v_x berechnet, in Prozenten von v_8 ausgedrückt und zeichnerisch dargestellt.

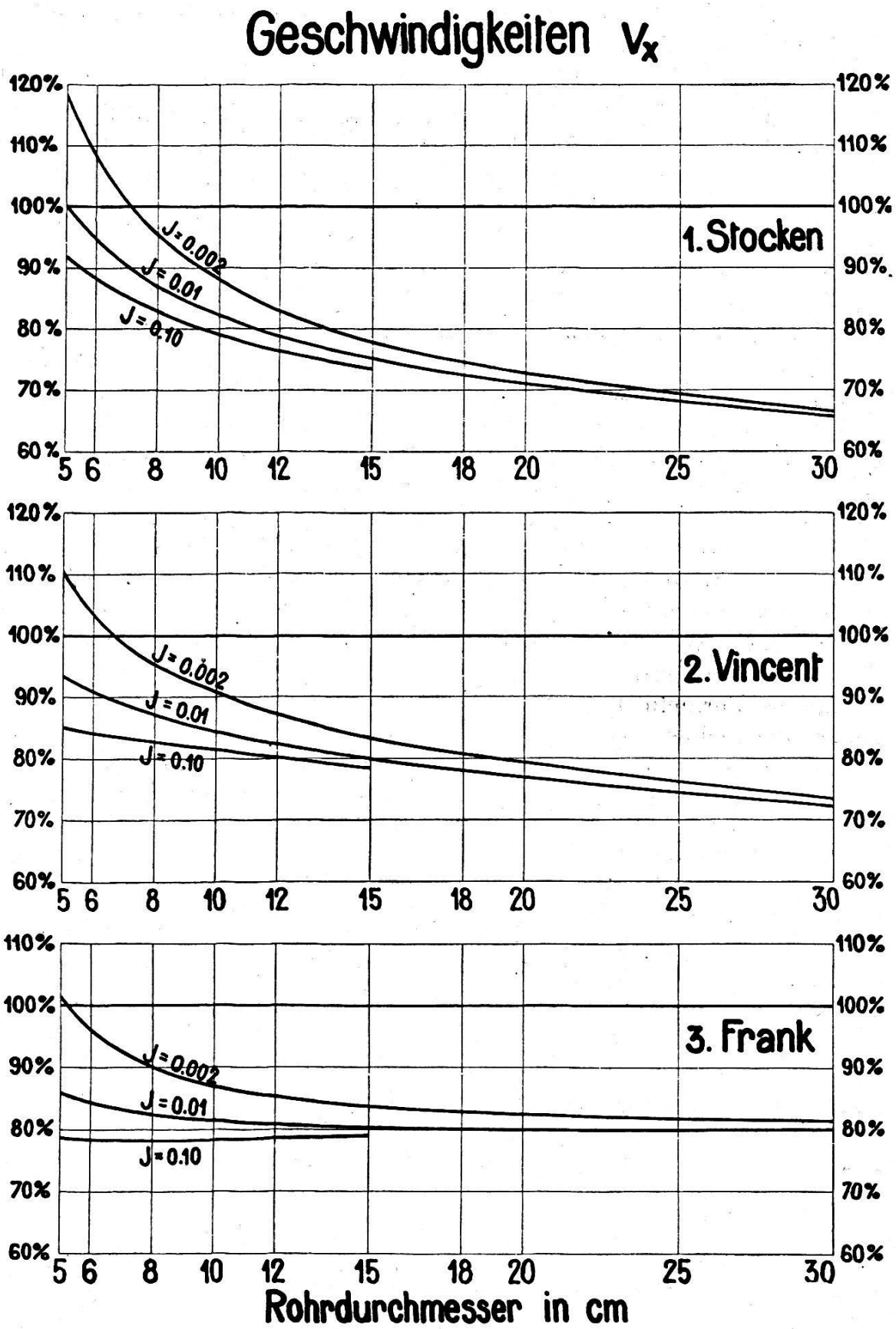
Aus den Figuren ergibt sich, daß die erste Bedingung bei den Formeln 1, 2 und 3 für kleine Kaliber und kleine Gefälle nicht erfüllt ist, wohl aber bei den Formeln 4, 5 und 6.

Der zweiten Bedingung kommen wiederum die Formeln 1 und 2 nicht und die Formel 3 nur teilweise nach. Die Formeln 4, 5 und 6 dagegen erfüllen auch die zweite Bedingung, sofern man von den sehr kleinen Kalibern und sehr geringen Gefällen absieht.

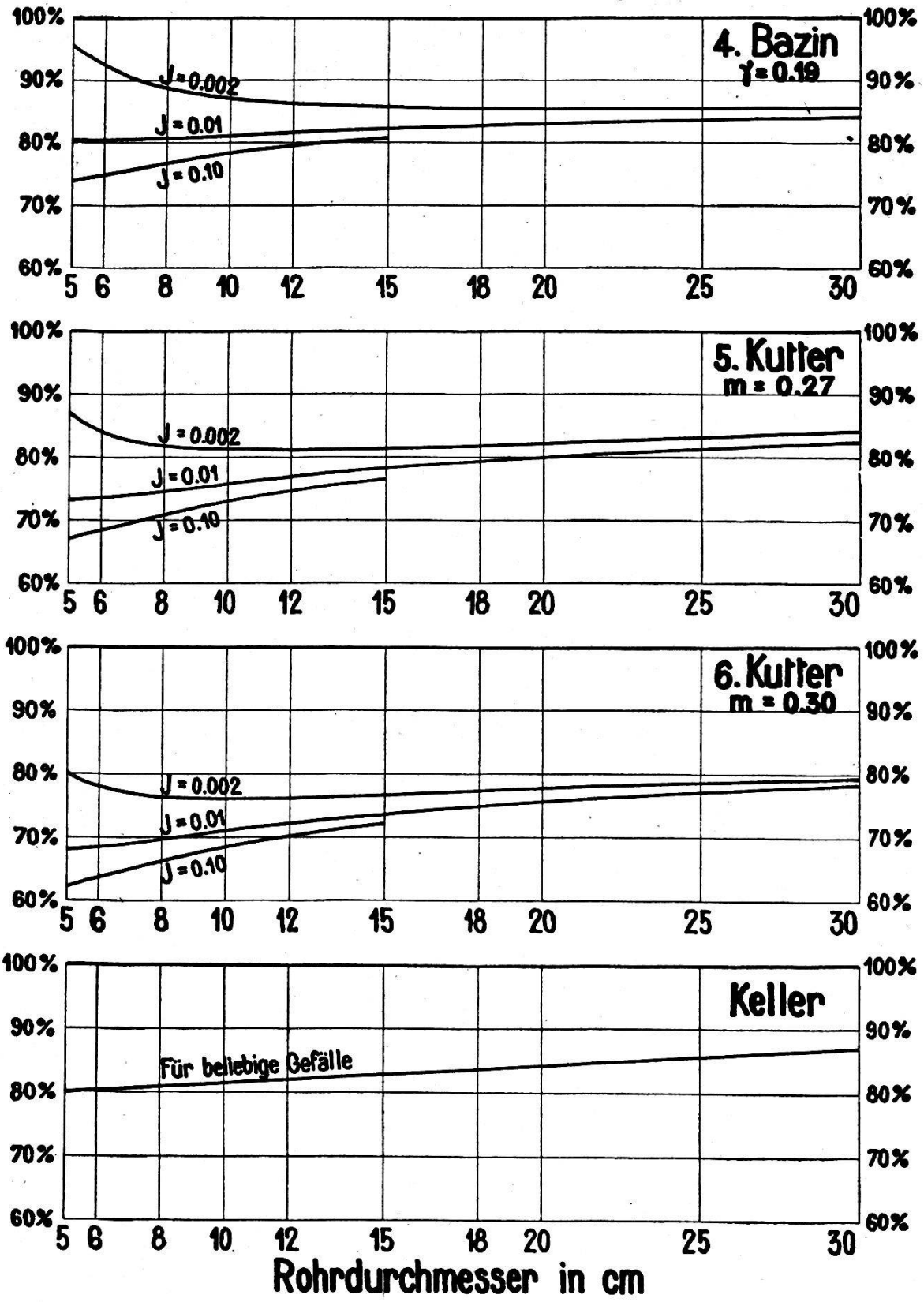
Die Formel 4 liefert stets größere Werte, als die Formel 5 und diese größere als die Formel 6. Beim Gefälle 1,0% z. B. beträgt der mittlere Prozentsatz bei Formel 4 82,5%, bei Formel 5 78,6% und bei Formel 6 74,1%.

---

[3]) Yarnell und Woodward beobachteten zwar auch den Abfluß in schlecht gelegten Röhren, verwendeten diese Beobachtungen aber nicht bei der Aufstellung ihrer Formel.


Geschwindigkeiten v_x
120%
110%
100%
90%
80%
70%
60%
5 6 8 10 12 15 18 20 25 30
1. Stocken
J=0.002
J=0.01
J=0.10
2. Vincent
J=0.002
J=0.01
J=0.10
3. Frank
J=0.002
J=0.01
J=0.10
Rohrdurchmesser in cm

in Prozenten von V_8 (k = 95).



Kulturingenieur Keller[4]) nimmt den Prozentsatz unbekümmert um das Gefälle beim Kaliber 5 cm zu 80% und beim Kaliber 30 cm zu 87% an. Er setzt nämlich voraus, daß die abgeführte Wassermenge infolge 4% zu kleiner Lichtweite der Röhren um 10 bzw. 8% kleiner ausfalle, daß ferner der Fehler der Geschwindigkeitsformel den Betrag von 5% erreichen könne und schließlich eine allfällige Schlammablagerung beim Kaliber 5 cm den Wasserabfluß um weitere 5% vermindere. Für die übrigen Kaliber bestimmt er den Prozentsatz durch geradlinige Interpolation. Mit dieser Annahme erhält man (wenigstens für die Kaliber der Sammler) ungefähr die gleichen Geschwindigkeiten wie mit der Formel 4. Damit ist aber die Richtigkeit der letztern noch nicht bewiesen, da sich der Vorschlag Kellers nicht auf Wassermessungen an Drainagen stützt.

Schlußfolgerungen:

1. Die Formel von Yarnell und Woodward (7) und die Formel von Strickler (8) berücksichtigen verschiedene Abfluß vermindernde Fehler und Hindernisse in den praktischen Drainrohrleitungen nicht und liefern daher für diese in der Regel zu große Werte.

2. Die in der Schweiz und in Oesterreich gebräuchliche Formel von Stocken (1) und die in Norddeutschland und Frankreich angewandte Formel von Vincent (2), sowie die Formel von Frank (3) ergeben für kleine Kaliber und geringe Gefälle zu große und (mit Ausnahme der Formel 3) für große Kaliber offenbar zu kleine Geschwindigkeiten. Diese Formeln sollten daher nicht mehr verwendet werden.

3. Bis genaue Beobachtungen über die Wassergeschwindigkeiten in *praktischen* Drainrohrleitungen vorliegen, können die Formeln von Bazin mit $\gamma = 0{,}19$ (4) und von Kutter mit $m = 0{,}27$ (5) oder $m = 0{,}30$ (6), sowie die Berechnungsart von Keller als zulässig betrachtet werden. Mit Rücksicht auf die größere Sicherheit empfiehlt es sich aber, zur Dimensionierung von Drainrohrleitungen den Formeln von Kutter (5 oder 6) den Vorzug zu geben[5]).

Quartierplanverfahren.

Von *Walter Brupbacher.*

Im Baugesetz des Kantons Zürich für Ortschaften mit städtischen Verhältnissen vom Jahre 1893 ist in § 19 bestimmt, daß für die Einteilung des zwischen Hauptstraßenzügen liegenden Landes zum Zwecke der Ueberbauung und für die Anlegung von Quartierstraßen, welche das Innere des Geländes mit den Hauptstraßen verbinden, die beteiligten Grundeigentümer einen Quartierplan aufzustellen und dem Ge-

---

[4]) *Keller:* Wasserführung in Drainröhren. Schweiz. Landwirtschaftliche Monatshefte, 1927, No. 6 und 7.

[5]) Betr. graphische Tabellen zur Bestimmung der Wasserführung von Drainrohrleitungen siehe für Formel 5 *Fauser*, Meliorationen I, 2. Auflage, Abb. 29, und für Formel 6 *Gerhardt*, Kulturtechnik, 5. Auflage, Abb. 75.