Also ist bei der günstigsten Kanalform die mittlere hydraulische Tiefe

$$9)\qquad r = \frac{F}{u} = \frac{t}{2}$$

unabhängig von φ. Somit wird nach der Bazin'schen Formel

$$10)\qquad w = \sqrt{\frac{\frac{1}{2}\,\alpha t}{m + \frac{2n}{t}}} = \frac{t}{2}\sqrt{\frac{\alpha}{\frac{1}{2}\,m t + n}}$$

oder das erforderliche Gefällverhältnis

$$11)\qquad \alpha = w^2\left(\frac{2m}{t} + \frac{4n}{t^2}\right) = w^2\left(\frac{m}{r} + \frac{n}{r^2}\right).$$

Beispiel: Ein Zuleitungskanal soll in der Sekunde $Q = 2^{\text{cbm}}$ Wasser liefern; die Geschwindigkeit werde, damit einerseits keine Beschädigung der Kanalwände, andererseits keine Absetzung von Sinkstoffen erfolge, zu $w = 0{,}5^{\text{m}}$ gewählt, so dass $F = 4^{\text{qm}}$ werden muss. Es soll hiernach die Querschnittsform kleinsten Widerstandes bestimmt werden unter Annahme eines Böschungswinkels $\varphi = 30^0$.

Gl. 6 bestimmt $\frac{b}{t} = 2 \cdot \operatorname{tg} 15^0 = 0{,}536$. — Nach Gl. 5 wird

$$b = \sqrt{\frac{4 \cdot \sin 30^0}{2 - \cos 30^0}} = 1{,}33^{\text{m}}, \quad \text{also}$$

$$t = 0{,}536 \cdot 1{,}33 = 0{,}71^{\text{m}}.$$

Nach Gl. 9 ist dann $r = 0{,}355$ und nach Gl. 11 das erforderliche Gefällverhältnis

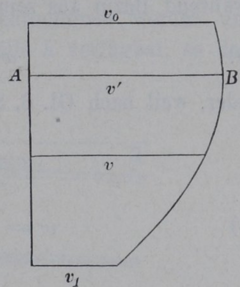
$$\alpha = 0{,}25\left(\frac{0{,}000\,28}{0{,}355} + \frac{0{,}000\,35}{0{,}355^2}\right) = 0{,}000\,891 = 1 : 1122.$$

Grosser Werth ist dieser Rechnung nicht beizulegen, da in Wirklichkeit auch die ebenfalls von Breite und Tiefe abhängigen Kosten des Kanals mit in Frage kommen.

c) Geschwindigkeiten in den verschiedenen Punkten eines Querschnitts.

Im Vorstehenden wurde die Bewegung des Wassers in einem Kanale so aufgefasst, als ob die Wassermasse wie ein starrer prismatischer Körper in dem Kanal abwärts glitte, als ob alle Theile dieses Körpers die gleiche Geschwindigkeit w hätten. In Wirklichkeit ist dies nicht der Fall, vielmehr ist die Geschwindigkeit der Wassertheilchen an verschiedenen Stellen des Querschnitts eine verschiedene. In Folge der Reibung werden die nahe den Kanalwandungen befindlichen Wassertheilchen zurückgehalten und fliessen langsamer als die entfernteren. Im Wasserspiegel giebt sich bei Messungen ein sog. Stromstrich zu erkennen, wo die Geschwindigkeit grösser ist als zu beiden Seiten. In einer Lothrechten sind die Geschwindigkeiten ebenfalls von Punkt zu Punkt verschieden. Stellt man diese durch wagerechte Ordinaten von der Lothrechten aus dar, so ergiebt sich eine Kurve, die sog. Geschwindigkeitskurve, (Fig. 319). Diese ist mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit eine Parabel mit wagerechter Achse. Würde am Wasserspiegel gar kein Widerstand auftreten, so müsste die Achse AB der Parabel wohl im Wasserspiegel liegen. Bei ruhiger Luft bietet diese aber dem Wasser einen, wenn auch geringen, Widerstand, der bewirkt, dass die grösste Geschwindigkeit v' einer Lothrechten sich etwas unter Wasser findet. Stromaufwärts wehender Wind schiebt die Achse der Parabel nach unten, und umgekehrt. Die Höhenlage der Achse ist daher schwankend. Kennt man die Geschwindigkeit v an drei verschiedenen Stellen einer Lothrechten, so ist damit die Parabel bestimmt, weil man aus diesen den Parameter der Parabel, die Höhenlage ihrer Achse und den Abstand $AB = v'$ ihres Scheitels von der Lothrechten berechnen kann.

Fig. 319.



Ist dF ein Theilchen der Querschnittsfläche, v die zugehörige Geschwindigkeit, so ist $dQ = dF \cdot v$ die zugehörige sekundliche Wassermenge, dargestellt durch ein wagerechtes Prisma vom Querschnitte dF und der Länge v. Denkt man sich zu allen Flächentheilchen die entsprechende Geschwindigkeit rechtwinklig aufgetragen, so entsteht ein Körper, dessen lothrechte in der Stromrichtung geführte Schnitte die Geschwindigkeitsflächen (Fig. 319) sind und dessen Inhalt die sekundliche Gesammtwassermenge Q darstellt. Verwandelt man diesen Körper in ein gerade abgeschnittenes Prisma vom Querschnitt F, so ist seine Länge

1) $$w = \frac{Q}{F}$$

die mittlere Geschwindigkeit des Querschnitts, auf welche sich die Erörterungen S. 291 bis 302 durchweg beziehen.

Werthvoll ist die Beziehung zwischen der grössten Oberflächengeschwindigkeit $v_{0\,max}$ im Stromstrich und der mittleren Geschwindigkeit w des ganzen Querschnittes, weil sie gestattet, aus der alleinigen Messung von $v_{0\,max}$ die ganze Wassermenge Q, wenn auch nur roh, zu bestimmen. Die einfachste, wenn auch sehr unverlässliche Formel ist

2) $$w = {}^3/_4\, v_{0\,max},$$

während Bazin aus seinen Versuchen abgeleitet hat

3) $$w = v_{0\,max} - 14\sqrt{r\alpha},$$

oder, weil nach Gl. 6, S. 292, $k\sqrt{r\alpha} = w$,

$$w = v_{0\,max} - 14\frac{w}{k}, \quad \text{d. h.}$$

4) $$w = \frac{v_{0\,max}}{1 + \frac{14}{k}} = v_{0\,max}\frac{k}{k + 14}.$$

Für Kanäle in Erde gilt für verschiedene Werthe von r:

r (Meter)	$\frac{w}{v_{0\,max}}$	r (Meter)	$\frac{w}{v_{0\,max}}$
0,1	0,537	1,2	0,749
0,2	0,613	1,3	0,753
0,3	0,653	1,4	0,756
0,4	0,678	1,6	0,762
0.5	0,695	1,8	0,766
0,6	0,709	2,0	0,770
0,7	0.719	2,5	0,777
0,8	0,727	3,0	0.782
0,9	0,734	4,0	0,788
1,0	0,740	5,0	0,792
1,1	0,745	6,0	0,795

Beispiel: In dem ersten Beispiel auf S. 297 war $r = 0{,}528$, k nach Bazin $= 32{,}57$, daher wird

$$w : v_{0\,max} = \frac{32{,}6}{32{,}6 + 14} = 0{,}7.$$

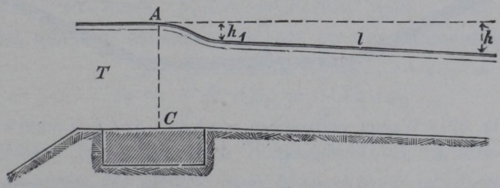
In dem zweiten Beispiele auf S. 297 mit $r = 5{,}297$ war nach Bazin $k = 53{,}8$, daher wird

$$w : v_{0\,max} = \frac{53{,}8}{53{,}8 + 14} \doteq 0{,}79 .$$

d) Eintritt des Wassers in einen Kanal.

Soll aus einem Teiche T (Fig. 320) oder sonstigem Wasserbehälter durch einen Ufereinschnitt AC und einen anschliessenden Kanal eine sekundliche Wassermenge Q entnommen werden und ist auf eine Länge l ein Wasserspiegel-Gefälle h verfügbar, so darf

Fig. 320.



man nicht etwa voraussetzen, dass das Wasser im Kanal eine Tiefe AC annehmen werde. Vielmehr wird ein Theil h_1 des Gefälles beim Eintritte des Wassers in den Kanal dazu verbraucht, dem Wasser, das im Teiche fast in Ruhe war, die Kanalgeschwindigkeit w zu ertheilen; es ist $h_1 = \frac{w^2}{2g}$, und erst der Rest $h - h_1$ dient zur Überwindung der Reibung im Kanal und darf, wenn durch gleichmässiges Kanalprofil eine gleichförmige Bewegung erzielt wird, gleichmässig auf die Länge l vertheilt werden. Da w noch unbekannt, so kann man, wenn r die mittlere hydraulische Tiefe des Kanals ist, folgendermassen rechnen: Das ganze Gefälle h zerlegt sich in $h_1 = \frac{w^2}{2g}$ und den Theil $\alpha l = \beta \frac{w^2}{2g} \frac{l}{r}$ (s. S. 292, Gl. 4); es ist also

$$1)\qquad h = \frac{w^2}{2g} + \beta \frac{l}{r} \frac{w^2}{2g} = \frac{w^2}{2g}\left(1 + \beta \frac{l}{r}\right).$$

Da aber für gleichförmige Bewegung

$$\alpha r = \beta \frac{w^2}{2g} \quad \text{oder} \quad \frac{w^2}{2g} = \frac{\alpha r}{\beta},$$