

Die Bewegung des Wassers in Flüssen und Kanälen

El movimiento del agua en ríos y canales

(Hauber W. 1908. *Hydraulik*. Leipzig: Göschen'sche Verlagshandlung
<https://archive.org/stream/hydraulik00haubgoog#page/n79/mode/2up>)

Jedem Punkte eines Querprofils entspricht im allgemeinen eine bestimmte Geschwindigkeit als Mittelwert. Ferner beobachtet man für einen und denselben Punkt eines Querprofils einen fortgesetzten raschen und kleinen Wechsel der Geschwindigkeit (Pulsationen oder Turbulenz der Flüssigkeit), die ihre Ursache in den an den Unebenheiten des Bettes sich bildenden und durch die ganze Wassermasse sich fortpflanzenden Wirbeln hat. Der Mittelwert dieser verschiedenen Geschwindigkeiten für denselben Profilpunkt läßt sich aber als konstant, d. h. von der Zeit unabhängig, betrachten. Bei natürlichen Wasserläufen ändert sich dieser Mittelwert nur mit dem Ort des Punktes und die Bewegung ist stationär; bei Kanälen mit konstantem Querprofil ist er für gleichliegende Punkte der Profile von demselben Werte, d. h. die Bewegung ist gleichförmig.

Verbindet man diejenigen Punkte des Querprofils, für welche diese (mittlere) Geschwindigkeit denselben Wert hat, durch stetige Kurven, so entstehen die Kurven gleicher Geschwindigkeit oder Isotachen (Fig. 24).

En general a cada punto de un perfil transversal corresponde una determinada velocidad como valor medio. Además para un mismo punto de un perfil transversal se observa un cambio continuo en la velocidad, de poca entidad pero rápido (pulsaciones o turbulencia del fluido). El mismo tiene su origen en las turbulencias debidas a las irregularidades del lecho fluvial, que se transmiten a toda la masa de agua. El valor medio de estas distintas velocidades para un mismo punto del perfil se puede considerar constante, esto es, independiente del tiempo. En cursos naturales de agua este valor medio solo varía con la ubicación del punto: el movimiento es permanente. En canales con perfil transversal constante adopta el mismo valor para puntos con posición análoga en cada perfil, i.e. el movimiento es uniforme.

Si se unen con isóneas los puntos del perfil transversal para los que la velocidad media presenta el mismo valor, se obtienen las curvas de valores constantes de velocidad o isotacas (Fig. 24).

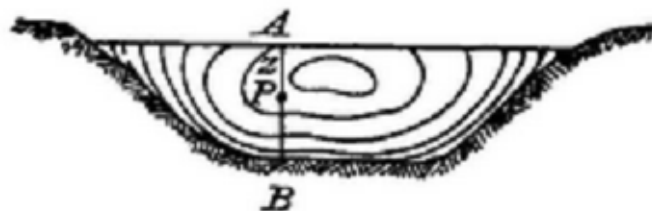


Fig. 24.

Ihr Verlauf ist von der Mitte des Bettes an ziemlich horizontal, um dann rasch an den Wänden entlang in die Höhe zu steigen mit der Tendenz, oberhalb des Spiegels sich wieder zu schließen und einen zentralen Kern zu bilden, dessen Geschwindigkeit im allgemeinen größer ist als die größte Geschwindigkeit an der Oberfläche. Im allgemeinen liegt dieser zentrale Kern größter Geschwindigkeit in der Nähe des Spiegels.

Ist AB (Fig. 24) eine beliebige Vertikale des Querprofils, so liegt auch für diese Vertikale der Punkt größter Geschwindigkeit v_{max} gewöhnlich für natürliche Wasserläufe unterhalb des Spiegelpunktes A , für Kanäle mit rechteckigem Querschnitt nach Bazin im Spiegelpunkte A . Im Sohlenpunkte B der Vertikalen findet sich ein Minimum der Geschwindigkeit.

Trägt man daher (Fig. 25) in einer Zeichenebene, in welcher $AB =$ der Länge AB der Fig. 24 gemacht worden ist, in jedem Punkte P von AB , der in der Tiefe z unter dem Spiegelpunkte A liegt, die in P herrschende Geschwindigkeit v_z als Ordinate senkrecht zu AB ab, so bildet die Linie der Endpunkte die Geschwindigkeitskurve der Vertikalen AB . Diese Kurve weist bei natürlichen Wasserläufen ihre größte seitliche Ausbuchtung etwas unterhalb des Punktes A auf.

Su trazado es aproximadamente horizontal en mitad del lecho, luego sube de forma brusca en los taludes. Muestran una tendencia a volverse a cerrar cerca de la superficie del curso de agua, formando un núcleo central cuya velocidad suele ser mayor que la velocidad máxima alcanzada en superficie. En general este núcleo central de velocidad máxima se sitúa cerca de la superficie.

Si AB (Fig. 24) es una vertical cualquiera del perfil transversal, en cursos naturales de agua el punto de máxima velocidad v_{max} para esta vertical queda también normalmente por debajo del punto superficial A . En canales con sección rectangular se sitúa en el punto superficial A , según Bazin. En el punto B inferior de las verticales se dan las velocidades mínimas.

Así (Fig. 25) si en un plano en el que $AB =$ longitud AB de la Fig. 24, en cada punto P de AB a profundidad z bajo el punto superficial A , se lleva la velocidad v_z de P como ordenada perpendicular a AB , la línea de los puntos finales forma la curva de velocidad de las verticales AB . En cursos naturales de agua, esta curva muestra un máximo lateral algo por debajo del punto A .

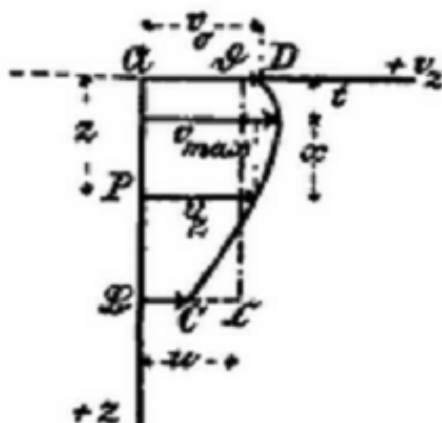


Fig. 25.

Man nimmt auf Grund der Erfahrung diese Kurve als eine Parabel an, deren Achse parallel dem Wasserspiegel ist und die in bezug auf Fig. 25 die Gleichung hat:

$$v_z = v_{max} - [(v_{max} - v_o)/t^2] * (z-t)^2$$

wo t die Tiefe der Stelle größter Geschwindigkeit unter dem Spiegel, v_o die Geschwindigkeit im Spiegelpunkte A bezeichnet.

Nach den am Mississippi angestellten Versuchen ist t von der Stärke des Windes abhängig. Der Wert von t ist kleiner bei stromabwehendem als bei stromaufwehendem Winde. Die Differenz der größten Geschwindigkeit (in A) und der kleinsten (in B) ist immer ein sehr kleiner Bruchteil der mittleren Geschwindigkeit u der Vertikalen.

Nach Bazin liegt bei Kanälen mit rechteckigem Querschnitt der Scheitel der Parabel im Spiegelpunkte A (Fig. 26) gemäß der Gleichung

$$v_z = v_{max} - (20 \sqrt{Jh}) * z^2 / h^2$$

Über die Bedeutung von J vgl. den Schluß dieses Paragraphen.

Zieht man in Fig. 25 eine Parallele CD zu AB , so daß der Inhalt des Rechtecks $ABCD$ = dem Inhalt der parabolisch begrenzten Figur $ABCD$, so nennt man dessen Breite $AD = BC$ die mittlere Geschwindigkeit u der Vertikalen AB . Nach Hagen läßt sich annehmen...

Trägt man in der Ebene des Spiegels je im oberen Endpunkt A einer Vertikalen senkrecht zur Ebene des Querprofils die zugehörige mittlere Geschwindigkeit u der betreffenden Vertikalen ab, so liegen die Endpunkte dieser Ordinaten wieder in einer Parabel (Horizontalparabel der mittleren Geschwindigkeiten).

Según resultados experimentales, esta curva se puede trazar como una parábola cuyo eje es paralelo a la superficie del agua y que según la Fig. 25 tiene como ecuación:

$$v_z = v_{max} - [(v_{max} - v_o)/t^2] * (z-t)^2$$

donde t es la profundidad del punto con máxima velocidad bajo la superficie y v_o la velocidad en el punto superficial A .

Según ensayos realizados en el Misisipi, t depende de la velocidad del viento. El valor de t es menor con vientos descendentes que con vientos ascendentes (en sentido del flujo). La diferencia de la mayor velocidad (en A) y la menor (en B) es siempre una fracción muy pequeña de la velocidad media u de las verticales.

Según Bazin, en canales de sección rectangular el vértice de la parábola se sitúa en el punto superficial A (Fig. 26), aplicándose la ecuación:

$$v_z = v_{max} - (20 \sqrt{Jh}) * z^2 / h^2$$

Sobre el significado de J ver final de este epígrafe.

Si en la Fig. 25 se traza una paralela CD a AB , de forma que la superficie del rectángulo $ABCD$ = superficie de la figura parabólica $ABCD$, se denomina a esta anchura $AD = BC$ la velocidad media u de las verticales AB . Según Hagen se puede asumir...

Si en el plano de la superficie se lleva en cada punto final A de todas las verticales la velocidad media u de la vertical correspondiente (perpendicularmente al plano del perfil transversal), los puntos finales de estas ordenadas vuelven a dibujar una parábola (parábola horizontal de velocidades medias).

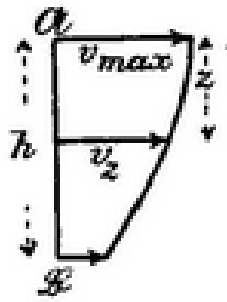


Fig. 26.

