

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Band: 103/104 (1934)
Heft: 8

Inhaltsverzeichnis

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 22.11.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

INHALT: Der hydraulische oder Profil-Radius. — Zum Ausbau der schweiz. Autoverkehrstrassen. — Der Ausbau der Wasserversorgung und das projektierte Grundwasserwerk für die Stadt Zürich. — Das Ortstockhaus auf der Braunwaldalp, Kanton Glarus. — S. A. C. Skihaus Oberfeld bei Altdorf. — Dauerfestigkeit von Schweissverbindungen aus Stahl 37 und 52. — Mitteilungen: Altrömische Wasser-

messung und Wasserversorgung. Die „Syro“-Kleinspundwand. Zuglichtmaschine mit Kardan-Antrieb. Ueber die elektrische Erwärmung von Beton. Der Ausbau der Bahn Visp-Zermatt für Winterbetrieb. Luftpost Südamerika-Berlin. 42 000 m³ Pumpbeton. — Wettbewerbe: Ausstellungs- und Festhalle Luzern. Prof. Kirchgemeindehaus Affoltern-Zürich. — Literatur. — Mitteilungen der Vereine. — Sitzungs- und Vortrags-Kalender.

Band 103

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich.
Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 8

Der hydraulische oder Profil-Radius.

Von A. EINSTEIN, Ingenieur an der Versuchsanstalt für Wasserbau, E. T. H., Zürich.

Jeder, der schon einmal hydraulische Berechnungen durchgeführt hat, kennt den Begriff des hydraulischen oder Profil-Radius. Es ist die Vergleichslänge, die man durch Division der Abflussfläche durch den benetzten Umfang erhält und die den Einfluss der Grössenausdehnung in den Abflussformeln in sich vereinigt.

Sehen wir nun einmal in einem neuern Nachschlagewerk, z. B. in dem von Weyhrauch-Strobel 1930 nach, so finden wir darin 40 Seiten lang Formeln und Rechnungsvorschriften zur Bestimmung des Reibungsverlustes bei Wasserabflüssen unter Verwendung des hydraulischen Radius, und zum Schlusse die Kritik: „Gegen die Verwendung des Profilradius speziell ist anzuführen, dass zwei Profile von ungleichen Massverhältnissen trotzdem sehr wohl den gleichen Profilradius haben können, dass dieser also eine Rinne nur ungenügend charakterisiert. Dies zeigt sich am deutlichsten bei der Berechnung zusammengesetzter Profile, wobei man je nach Anordnung der Rechnung verschiedene Durchflussmengen erhalten kann.“ —

Wenn man bedenkt, wie primitiv der hydraulische Radius gebildet ist und dass in der Tat die Form des Gerinnes darin gar nicht zum Ausdruck kommt, so glaubt man sich dieser Kritik voll anschliessen zu müssen. Immerhin sei hier schon darauf hingewiesen, dass wir in den meisten Untersuchungen auch mit der mittleren Geschwindigkeit rechnen, wohl wissend, dass die tatsächlichen Geschwindigkeiten von Ort zu Ort stark schwanken.

In einem Falle wäre der erhobene Einwand aber ungerechtfertigt, nämlich dann, wenn der Bildung des hydraulischen Radius ein innerer Sinn zu Grunde liegen würde, wie etwa der Reynold'schen Zahl. Ist eine solche innere Begründung möglich, so muss sie mit der Energievernichtung zusammenhängen, weshalb wir zunächst den Vorgang der Energievernichtung etwas analysieren wollen. Es soll sich um Abflüsse bei voll ausgebildeter Turbulenz handeln, die also mit der Reynold'schen Zahl weit über der kritischen liegen (was in fast allen praktischen Fällen von Wasserabflüssen erfüllt ist). Der Vorgang der Energievernichtung lässt sich leicht in zwei Teile zerlegen:

1. Aufrollen der Randschicht mit starkem Geschwindigkeitsgefälle in Einzelwirbel,
2. Vernichtung der Wirbelenergie im ganzen Abflussquerschnitt durch innere Reibung.

Betrachten wir zunächst den ganz einfachen Fall eines einheitlich wirkenden Abflussquerschnittes mit konstanter Rauigkeit längs der ganzen Oberfläche. In diesem Falle liegt es nahe, für die Berechnung der mittleren Geschwindigkeit anzunehmen, die sekundlich zwischen zwei Querschnitten im Abstände r in Wirbel umgesetzte Energie e verteile sich gleichmässig auf den benetzten Umfang p , sodass $e' = \frac{e}{p}$ den sekundlichen Energieumsatz auf der Oberfläche r bedeutet.

Andererseits liegt es nahe anzunehmen, die Vernichtung der Energie verteile sich gleichmässig über den ganzen Querschnitt (vollaufgebildete Turbulenz), sodass

$$e'' = \frac{e}{f}$$

die sekundlich in der Volumeneinheit vernichtete Energie bedeutet.

Bezeichnen wir mit V_1 das Wasservolumen (pro m Länge), in dem die Energie derjenigen Wirbel vernichtet

wird, die an der Oberfläche r gebildet worden sind, so können wir anschreiben, die an der Flächeneinheit umgesetzte Energie e' sei

$$\text{oder} \quad V_1 = \frac{e'}{e''} = \frac{e}{p} \frac{f}{e} = \frac{f}{p} = R$$

und das ist der hydraulische Radius.

Wir benützen diese Feststellung zu folgender Definition: „Der hydraulische Radius ist gleich dem Wasservolumen, in dem die Energie der an der Einheit der Oberfläche gebildeten Wirbel vernichtet wird.“ —

Betrachten wir unseren Querschnitt wieder, so können wir auf ihn irgend eine Geschwindigkeitsformel anwenden, z. B. die von Strickler $v_m = k J^{1/2} R^{2/3}$, worin v_m die mittlere Geschwindigkeit, k die Rauigkeitsziffer, J das Energie-liniengefälle und R den oben definierten hydraulischen Radius bedeuten. Nun wollen wir zeigen, wie auf Grund dieser Definition des hydraulischen Radius einheitliche Querschnitte mit veränderlichem Rauigkeitskoeffizienten behandelt werden können.

Denken wir uns einmal unseren Querschnitt (mit konstanter Rauigkeit) in n gleiche Teile zerlegt und zwar teilen wir zunächst den benetzten Umfang in n gleiche Teile. An jedem dieser n Teile wird ein n -tel der Energie e in Wirbelenergie umgesetzt, da wir ja oben angenommen haben, das Umsetzen der Energie in Wirbelenergie verteile sich gleichmässig über den ganzen benetzten Umfang. Da wir weiter für alle Flüssigkeitsteilchen gleiche Geschwindigkeit annehmen, liefern bei einem bestimmten Energie-liniengefälle für diesen Energieumsatz auch alle Flüssigkeitsteilchen gleichviel Energie, sodass die Energie, die das Oberflächenelement umsetzt, von einem n -tel des Wasservolumens stammt. Da die Turbulenz über den Querschnitt gleichmässig verteilt angenommen ist, wird dieses n -tel der Wirbelenergie auch in einem n -tel des Wasservolumens zerstört. Es liegt nun nahe, den Vorgang so aufzufassen, dass das energieliefernde Volumen für ein bestimmtes Oberflächenelement aus den gleichen Teilchen besteht, in denen nachher die Wirbelenergie vernichtet wird. Auf diese Weise können wir Einheiten, bestehend aus einem Oberflächenelement und dem zugehörigen Volumen bilden, die in energetischer Hinsicht selbständig sind. Diese Selbständigkeit drückt sich darin aus, dass der Energietransport durch die Abgrenzungsfläche gegen die benachbarten Elemente überall gleich Null ist. In dem einfachsten Falle des kreisrunden Rohres sieht man aus Symmetriegründen ohne weiteres, dass das zu einem Umfangselement gehörige Volumen durch die beiden Radien in den Endpunkten des Elementes begrenzt sein muss. Auf jeden Fall liegen diese Begrenzungslinien in der Richtung des Energietransportes, und es liegt nahe, sie in erster Näherung senkrecht zu den Isotachen anzunehmen, wie es auch für den Impulsaustausch üblich ist.

Wenden wir auf den ganzen Querschnitt irgend eine Geschwindigkeitsformel an, so gilt sie damit ohne weiteres auch für irgend so eine Einheit, für die die in der Formel vorkommenden Grössen (v_m , k , J und R) den nämlichen Wert besitzen wie im Gesamtquerschnitt.

Haben wir nun einen Querschnitt mit veränderlicher Rauigkeit, so liegt es nahe, wieder solche Einheiten zu bilden. Da es sich um einen einheitlichen Querschnitt handeln soll, ist somit die Geschwindigkeit in allen Wasserteilchen als gleich anzunehmen. Damit kann auch jedes Wasserteilchen bei dem betrachteten Energie-liniengefälle gleich viel Energie abgeben. Andererseits ist die Turbulenz in allen Wasserfäden gleich, sodass auch