Ueber die Bewegung des Wassers in offenen Gerinnen

Autor(en): **Schoklitsch, Armin**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **79/80 (1922)**

Heft 5

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-38124

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

INHALT: Ueber die Bewegung des Wassers in offenen Gerinnen. — Holz-Architektur von Alfons Rocco in Arosa. — Abwärme-Verwertung. — Die schweizerischen Eisenbahnen im Jahre 1921. — Miscellanea: Verein Deutscher Ingenieure. Eine neue Riemenspannvorrichtung. Die Wiederherstellung der Fugger-Kapelle bei Sankt-Anna in Augsburg. Eidgenössische Technische Hochschule. Drahtlose Bildtelegraphie. Ecole centrale des Arts et Manufactures, Paris. — Nekrologie: Theodor Vetter. — Konkurrenzen: Bebauungsplan für das Genfer Vorortgebiet Lancy-Onex. Neues Kantonschul-Gebäude Winterthur. Verwaltungsgebäude für die städtischen Betriebe in Lausanne. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Schweiz. Ing.- u. Arch.-Verein. Stellenvermittlung.
Tafeln 6 und 7: Holzarchitektur von Alfons Rocco in Arosa.

Band 80. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet. **Nr. 5.**

Ueber die Bewegung des Wassers in offenen Gerinnen.

Von Dr. techn. *Armin Schoklitsch*, Zivilingenieur,
Privatdozent an der Technischen Hochschule in Graz.

Die Pulsationen.

Bei Erörterungen über die Bewegung des Wassers wird meist über eine bestimmte Geschwindigkeit in jedem Punkte eines Querschnittes gesprochen, so, als ob die Bewegung des Wassers eine unveränderliche, stets gleichgerichtete wäre. Allgemein bekannt ist aber auch, dass diese stillschweigend gemachte Voraussetzung tatsächlich nicht zutrifft, dass die Geschwindigkeit vielmehr um einen Mittelwert mehr oder weniger unregelmässig zuckt, pulsiert. Schon *Baumgarten*[1]) erwähnt gelegentlich eines Berichtes über Geschwindigkeitsmessungen an der Garonne, dass die Umlaufzeiten eines Woltmannflügels an ein und derselben Stelle bei unverändertem Wasserstande nicht gleich bleiben; diese Beobachtungen hat seither wohl jedermann machen müssen, der mit Geschwindigkeitsmessungen beschäftigt war.

D. F. Henry[2]) will in verschiedenen Flüssen kleine Schwankungen der Geschwindigkeit mit einer Periode von 30 bis 60 Sekunden und grössere mit einer Periode von 5 bis 10 Minuten beobachtet haben. Gelegentlich von Messungen an der Elbe und an der Donau nahm *Harlacher*[3]) Pulsationen mit Hilfe eines Woltmannflügels und eines Morseschreibers auf und erhielt so auf dem den Apparat durchlaufenden Papierstreifen entsprechend der Dauer der einzelnen Flügelumläufe näher und weiter beieinander liegende Striche, deren Entfernung voneinander sofort die Dauer eines Umlaufes gibt. Die Auftragung der aus den Umlaufzeiten errechneten Geschwindigkeiten als Ordinaten und der Zeit als Abszissen lässt die Zuckungen der Geschwindigkeit deutlich erkennen. Harlacher stellte fest, dass die Geschwindigkeit innerhalb weniger Sekunden an der Oberfläche bis zu 20 %, an der Sohle bis zu 50 % schwanke. Durch systematische Beobachtungen über die Schwankungen des Wasserspiegels in einer Pitot'schen Röhre, die ja zum Teil auf Pulsstösse zurückzuführen sind, stellte *H. Bazin*[4]) fest, dass die Rauhigkeit des benetzten Umfanges die Pulsation steigert. Messungen, die *Unwin*[5]) in der Themse, *Marr*[6]) im Mississippi bei Burlington und *L. C. Sabin*[7]) am St-Clair-Flusse anstellten, bestätigten im wesentlichen die Ergebnisse früherer Versuche; Sabin hebt besonders hervor, dass die Pulsstösse noch in einiger Entfernung stromab jener Stelle merkbar sind, an der die Strömung gestört wird, dass sie aber seitlich der betreffenden Stelle nur in engem Umkreis wahrnehmbar sind. Seine Bemerkung, dass sich die Pulsstösse stromab der Störung über die ganze Wassertiefe bemerkbar machten, fand indessen der Verfasser dieser Mitteilung durch eigene Versuche nicht bestätigt.

Umfangreiche Erhebungen, die das *k. k. Hydrographische Zentralbüro*[8]) in Wien am Donaukanal durchführte, ergaben, dass in einer Lotrechten die Pulsstärke an der Oberfläche am geringsten, an der Sohle am stärksten ist, dass sie bei gleicher Tiefe vom Stromstrich gegen die Ufer hin wächst und im selben Querschnitte mit zunehmender Geschwindigkeit abnimmt. *Th. Rümelin*[1]) endlich sind ausser unregelmässigen Zuckungen des Spiegels in einer Pitot'schen Röhre in so regelmässigen Zeitintervallen wiederkehrende grössere Ausschläge aufgefallen, dass er von einer Gesetzmässigkeit der Pulsation spricht und die Formel aufstellt, nach der Pulsationszeit mal mittlerer Geschwindigkeit ungefähr gleich der Wassertiefe ist. Die Versuche des Verfassers haben auch diese Regel nicht bestätigt.

Der Verfasser hat eine grössere Anzahl von Messungen und Versuchen durchgeführt, die den Verlauf der Pulsationen veranschaulichen sollen. Von den für solche Messungen zur Verfügung stehenden Geräten musste die Pitot'schen Röhre mit ihren Abarten ausgeschieden werden, da die in der Röhre aufsteigende Wassersäule eine Eigenschwingung besitzt, die sich den Pulsschwankungen überlagert und sie dadurch verzerrt. Bei der Verwendung des Woltmanschen Flügels erhält man die Pulsationen zu gering, da das Flügelrad, ähnlich einem Schwungrade, infolge seiner Trägheit ausgleichend wirkt. Beobachtungen, bei denen der Zeitaufwand für je 50 Umdrehungen aufgezeichnet wird, wie dies z. B. bei den Messungen am Donau-Kanal geschehen ist, gestatten keine richtige Beurteilung der Pulsationen, da ja innerhalb der Dauer von 50 Umläufen beträchtliche Schwankungen vor sich gehen, die aber in solchen Erhebungen nicht zum Ausdrucke kommen. Um veranschaulichen zu können, wie unzulänglich diese Messungen sind, wenn es sich um die Ermittlung der Stärke der Pulsationen handelt, wurden eigens Messungen in der Wanderlinie von Wirbeln 0,12 m unter dem Spiegel durchgeführt, indem das eine mal jede 50. Umdrehung, das andere mal jeder einzelne Umlauf des Flügels mit Hilfe eines Chronographen registriert wurden; das Ergebnis der Messungen ist in Abbildung 1 graphisch dargestellt, indem die Dauer von je 50 bezw. von je einer Umdrehung nebeneinander aufgetragen sind. Deutlich ist der Durchgang jedes einzelnen Wirbels (mittleres Intervall 4,36 Sek.) zu erkennen, wenn jeder Umlauf aufgenommen wird, während die von den Wirbeln herrührenden Pulsstösse bei Aufnahme nur jedes fünfzigsten Umlaufes nicht zum Ausdrucke kommen. Die von Th. Rümelin bemerkte regelmässige Wiederkehr der Pulsstösse dürfte auf den mit mehr oder weniger Pünktlichkeit erfolgenden Durchgang von Wirbeln zurückzuführen sein.

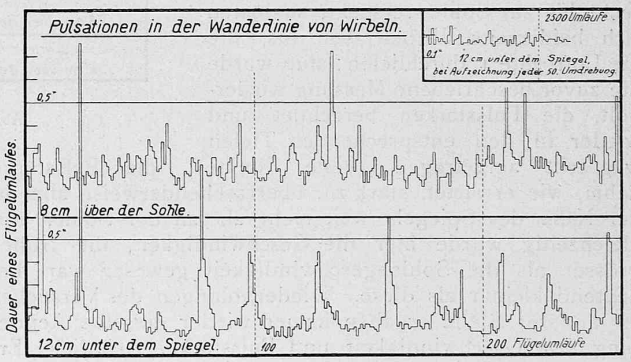

Abbildung 1.

[1]) Annales des ponts et chaussées (2) 14 (1847).

[2]) Journal Franklin Inst. (62). S. 323.

[3]) A. R. Harlacher. «Die Messungen in der Elbe und in der Donau». Leipzig, 1881. S. 14.

[4]) Annales des ponts et chaussées (6) 14 (1887) S. 195.

[5]) Trans. Am. Soc. Civ. Eng. Bd. 7, S. 117.

[6]) A. Mc. Kenzie, Report on Currentmeter Observations, Burlington, Jowa, 1884.

[7]) Watersupply and Irrigation Papers No. 95, E. Ch. Murphy, Accuracy of Streammeasurements S. 31.

[8]) Beiträge zur Hydrographie Oesterreichs, 3. Heft (1897) U. 68.

[1]) Th. Rümelin. Wie bewegt sich fliessendes Wasser? Dresden 1913 S. 21, sowie in «Schweiz. Bauzeitung» LXVIII, S. 21 (15. Juli 1916).

Da die Pulsationen von den Geschwindigkeits- und Richtungs-Aenderungen herrühren, die vorüberziehende Wirbel verursachen, so sind sie hinter einem Hindernis, von dem sich bekanntlich beiderseits Wirbelreihen loslösen, besonders heftig. Zur Veranschaulichung wurde in dem

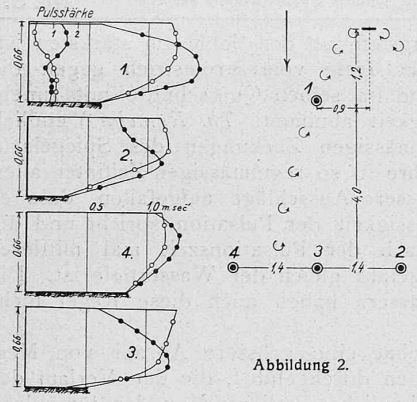

Abbildung 2.

etwa 6 m breiten und 0,66 m tiefen Mühlgraben Harland-Pottenbrunn bei St. Pölten (siehe Abbildung 2) in der Lotrechten 1 an sechs über die Tiefe verteilten Punkten die Umlaufzeiten von je 3000 einzelnen Flügelumläufen gemessen und aus der kleinsten, der grössten und der mittlern Umlaufdauer unter 3000 Umläufen die grösste (u_{max}) die kleinste (u_{min}), und die mittlere Geschwindigkeit (u_{mittel}) berechnet. Als Mass für die Pulsationen kann nun der Ausdruck: $y = \frac{u^2_{max} - u^2_{min}}{u^2_{mittel}}$ angesehen werden [1]). Für jeden Messpunkt wurde auf diese Weise die Pulsstärke berechnet und bei der Lotrechten 1 in der entsprechenden Tiefe wagrecht aufgetragen (eingeringelte Punkte). Wurde dann an der in Abbildung 2 rechts kenntlich gemachten Stelle ein etwa 20 cm breites Brett lotrecht bis zur Sohle versenkt, so lösten sich beiderseits Wirbelreihen los, die die Lotrechte 1 durchliefen; nun wurde die zuvor beschriebene Messung wiederholt, die Pulsstärken berechnet und wieder in den entsprechenden Tiefen wagrecht aufgetragen (volle Punkte); die Pulsstärke nahm, wie erwartet, stark zu, überraschenderweise aber in der Nähe des Spiegels weit mehr als an der Sohle, und gleichzeitig wurde hier die Geschwindigkeit, die früher grösser als die Sohlengeschwindigkeit gewesen war, bedeutend kleiner als diese. Wiederholungen des Versuches an anderer Stelle ergaben immer wieder dieselbe Aenderung von Geschwindigkeit und Pulsstärke. Aehnliche Ergebnisse lieferten auch Messungen hinter Brückenpfeilern.

Da es nicht uninteressant ist, die Verteilung der Pulsstärke über den Gerinnequerschnitt kennen zu lernen, wurden im selben Mühlgraben bezügliche Messungen durchgeführt [2]), bei denen mittels eines Chronographen sowohl die Dauer jeder einzelnen Flügelumdrehung als auch die Dauer jeder fünfzigsten Umdrehung aufgezeichnet wurden. Für jeden Messpunkt konnten dann in der zuvor beschriebenen Weise sowohl die mittlere Geschwindigkeit (aus der Dauer von je 3000 Flügelumläufen) als auch die grösste und die kleinste Geschwindigkeit (aus der kleinsten bezw. grössten Dauer eines Umlaufes unter den 3000) ermittelt werden und in der üblichen Weise in der Abbildung 3 für die zehn Messlotrechten aufgetragen werden. In

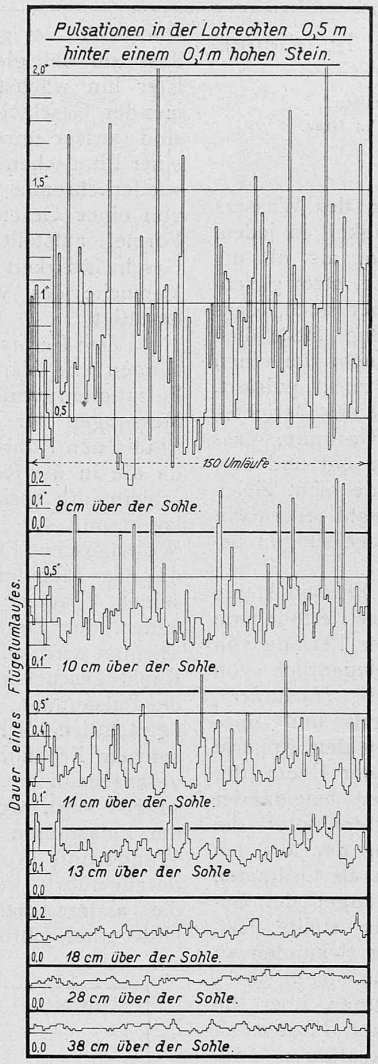

Abbildung 4.

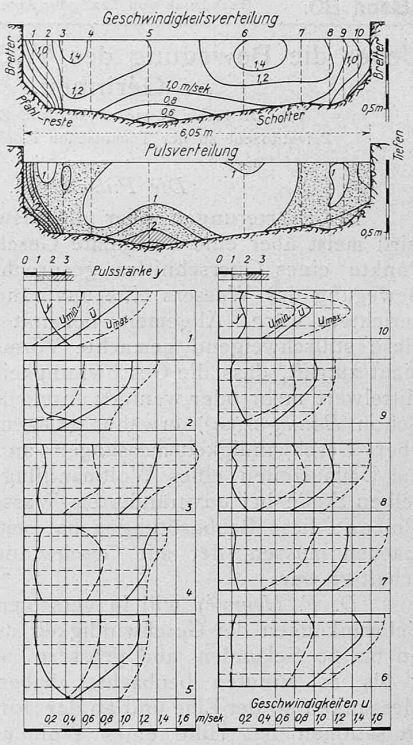

Abbildung 3.

Abb. 3 ist oben auch die Geschwindigkeitsverteilung im Querschnitt und die Verteilung der Pulsstärke dargestellt. Im wesentlichen werden durch diese Messungen die Ergebnisse der Erhebungen des k. k. hydrographischen Zentralbureaux am Donaukanal in Wien bestätigt, wonach die Pulsstärke am Rande des Gerinnes und an der Sohle am stärksten sind. Ganz besonders sei auf die starken Schwankungen der Sohlengeschwindigkeit hingewiesen, die die Abbildung 3 erkennen lässt; durch sie erklärt sich ohne weiteres die sprungweise Bewegung von grössern Geschiebestücken, wie sie in der Natur häufig zu beobachten ist.

Ein grösserer Stein z. B. stört die Bewegung nur im kleinen Umkreis; Abbildung 4 stellt die Schwankungen der Umlaufdauer eines Flügels in verschiedenen Tiefen einer Lotrechten, etwa 0,5 m hinter einem 0,10 m hohen Stein dar; es ist ohne weiteres zu erkennen, dass schon 0,18 m über der Sohle, also nur 0,08 über dem Stein, keine besondere Störung mehr wahrnehmbar ist. Etwa 0,10 m seitwärts des Steines konnten Störungen ebenfalls nicht mehr nachgewiesen werden.

Schliesslich sei noch darauf hingewiesen, dass auch die Bewegung der Luft, ähnlich wie jene des Wassers, pulsierend vor sich geht, wie Aufnahmen zu Perpignan am 8. Februar 1889 deutlich erkennen lassen [1]).

2. *Das Verhalten des fliessenden Wassers in Wandnähe und im Spiegel.*

Eine für die Erforschung der Wasserbewegung wichtige Frage ist bekanntlich jene nach der Fliessweise in

[1]) Ph. Forchheimer, Hydraulik, Leipzig 1914, S. 111.

[2]) Der Querschnitt hatte eine Spiegelbreite von 6,05 m, eine grösste Wassertiefe von 0,60 m; die Sohle bestand aus Schotter, die rechte Wandung aus Brettern, davor kurze Reste von Pfählen und etwa 0,5 m vor der Lotrechten 2 ein grösserer Stein; die linke Wandung aus Bohlen mit wasserseitig stehenden Pfählen. 40 m oberhalb des Querschnittes, etwa vor der Lotrechten 5 (Abb. 3), standen drei Pfähle eines Brückenjoches.

[1]) Hann, Lehrbuch der Meteorologie, S. 383. (Auf der Ausnützung der Pulsationen des Windes beruht bekanntlich das «Segeln» der Vögel. Vergl. *C. Steiger*, in Bd. LI, S. 229, 2. Mai 1908. *Red.*)

Wand- oder Sohlennähe. Auf Grund der Versuche von *E. Duclaux*[1]) und *S. S. Hele-Shaw*[2]) kam *Ph. Forchheimer*[3]) zum Schlusse, dass sie laminar, d. h. in Schichten erfolge und zwar in sehr dünner Lage. Aus der von ihm aufgestellten Formel folgt z. B., dass in einem 1 m tiefen Gerinne bei einer scheinbaren Sohlengeschwindigkeit von 1 m/sek die laminare Bewegung schon in einer Entfernung von 0,22 mm von der Sohle in die wirbelnde (turbulente) Strömung übergeht.

Eigene Versuche bestätigten, dass sich das Wasser in *Wandnähe* in sehr dünner Schicht laminar bewegt. Es wurde in einem Gerinne, dessen 0,25 m breite Sohle aus geschliffenem Beinglas bestand, durch eine Kapillare gefärbtes Wasser ins turbulent fliessende Wasser in Bodennähe eingeführt. Das Farbwasser fliesst, wie aus der Abbildung 5 a leicht zu erkennen ist, als glatter Steifen ab. Wird die Kapillare höher gezogen, so bewegt sich das Farbband turbulent fort und an der Sohle ist der vom ersten Versuch herrührende, allmählig verblassende Farbwasserstreifen noch geraume Zeit, oft einige Stunden später zu erkennen (Abbildung 5 b). Dieser Farbstreifen ist aber ziemlich schwierig zu beobachten, weil die Farbe, wenn die Kapillare entfernt wird, rasch verblasst, eine Erscheinung, die sich dadurch erklären lässt, dass mit der Zeit immer mehr und mehr gefärbte Schichten abfliessen und durch ungefärbte ersetzt werden, bis endlich nur die letzte, festhaftende, aber sehr dünne gefärbte Schicht noch erhalten bleibt.

Genauer als in Wandungsnähe ist die Verteilung der Geschwindigkeit in *Spiegelnähe* bekannt[4]); man weiss aber heute noch nicht, warum die grösste Geschwindigkeit im Spiegel, zuweilen etwas darunter, herrscht. Vom Verfasser wurde der Versuch unternommen, durch eigene Messungen zur Klärung dieser Frage beizutragen. In offenen Gerinnen konnte er oft die zahlreichen kleinen Wirbel mit lotrechter Axe verfolgen, die an der Oberfläche abwärts wanderten und viel langsamer als das dazwischenfliessende Wasser vorwärts kamen. Es war nun auffallend, dass sich treibendes Laub unter solchen Wirbeln viel rascher bewegte als an der Oberfläche; schon bei einer Tiefenlage von etwa 0,2 m unter dem Spiegel wurde die Bewegung der Blätter von den kleinen Wirbeln kaum mehr beeinflusst, das heisst, die Blätter liefen unter den Wirbeln ohne jegliche Drehung rasch durch; die Wirbel reichten also nicht tief hinab. Nur Blätter, die knapp unter der Oberfläche trieben, gerieten mehr oder weniger in Drehung. Es lag die Vermutung nahe, dass es die von irgend einem Hindernis verursachten Wirbel sind, die die Geschwindigkeit in der Oberflächenzone verringern. War diese Annahme zutreffend, so musste in einer Lotrechten, in der die Maximalgeschwindigkeit ursprünglich im Spiegel lag, diese unter den Spiegel herabsinken, sobald stromaufwärts Wirbel erzeugt wurden. Der Versuch geschah in der Weise, dass an der in Abbildung 2 dargestellten Versuchstelle in den Lotrechten 1, 2, 3 und 4 die Vertikalgeschwindigkeits-Kurven durch Flügelmessung erhoben wurden und hierauf oberhalb der Lotrechten ein Brett an der aus der Abbildung 2 ersichtlichen Stelle lotrecht bis zur Sohle ins Wasser gesenkt wurde, von dem sich beiderseits Wirbelreihen loslösten, die sich nach den angedeuteten Bahnen abwärts bewegten. Die Lotrechte 1 lag in der Wirbelbahn; 2 und 3 lagen innerhalb der beiden Bahnen, wo das Wasser auch von Wirbeln durchzogen wurde und überdies heftig wallte; die Lotrechte 4 endlich lag in einer Zone, die nur ab und zu von einem abirrenden Wirbel durchzogen wurde. Nun wurden wieder die Vertikalgeschwindigkeits-Kurven ermittelt und ebenfalls in Abbildung 2 graphisch dargestellt. Deutlich ist zu erkennen, dass in jeder Lotrechten die Maximalgeschwindigkeit bei Vorhandensein von Wirbeln tief unter die Oberfläche hinab rückt. Dass in den Lotrechten 1, 2 und 4 schon früher die grösste Geschwindigkeit etwas unter dem Spiegel lag, rührt daher, dass sich etwa 40 m oberhalb der Versuchstelle von einem kleinen Brückenjoch Wirbel ablösten, die sich bis zur Messstelle noch nicht gänzlich geschlichtet hatten.

Nicht uninteressant sind Beobachtungen über das *Verhalten der Oberflächenhaut* selbst, die natürlich nur im Versuchsgerinne durchführbar sind (Abb. 6 und 7). Die Bewegung geht hier, wie die eigens angestellten Versuche

Ueber die Bewegung des Wassers in offenen Gerinnen.

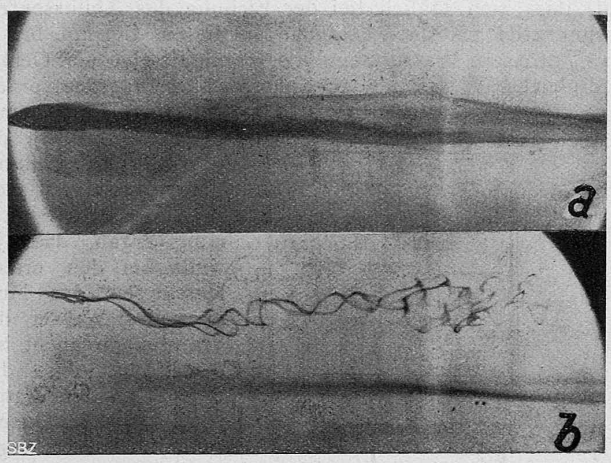

Abbildung 5.

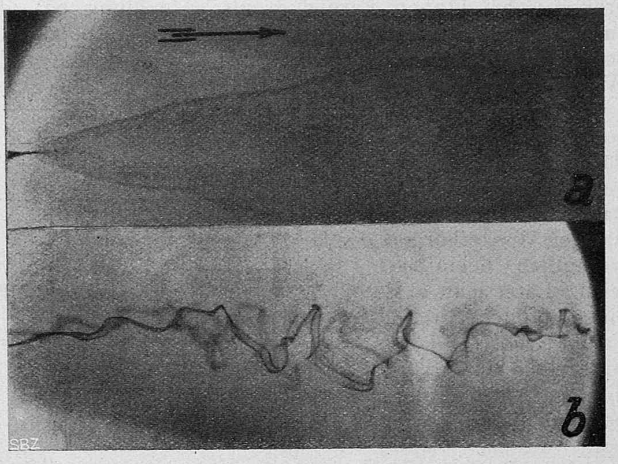

Abbildung 6.

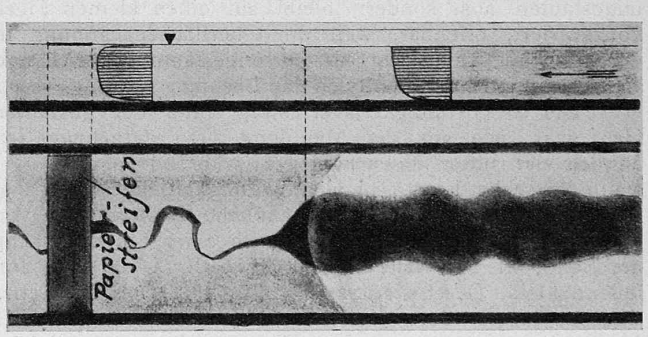

Abbildung 7.

[1]) Annales de chimie et de physique (4) 25 (1872) 472.

[2]) Inst Naval Archit. Trans. (39) 1897, S. 145; Comptes-rendus des séances de l'Académie des Sciences 132 (1901) S. 1306.

[3]) Ph. Forchheimer, Hydraulik, Leipzig 1914, S. 119.

[4]) Ph. Forchheimer, Hydraulik, Leipzig, 1914, S. 108.

gezeigt haben (wenigstens innerhalb der Versuchgrenzen, d. h. bis zu Tiefen 0,1 m und Geschwindigkeiten bis zu etwa 1 m/sek) in der Oberflächenhaut stets laminar vor sich, gleichgiltig, wie sie im übrigem Querschnitt verläuft. Wird z. B. durch eine Kapillare eine wässerige Lösung von Methylenblau auf die Oberflächenhaut aufgebracht, so breitet sich das Farbwasser sofort wegen der durch das Methylenblau verringerten Oberflächenspannung zu einem breiten sehr dünnen Farbband aus (Abbildung 6a), das auch bei turbulenter Bewegung laminar, also mit scharfbegrenzten Rändern abwärts zieht, während darunter das Wasser turbulent fliesst (Abb. 6b auf vorstehender Seite).

In fliessendem Wasser kann die Oberflächenhaut leicht festgehalten werden, ohne dass der Abfluss des übrigen Wasserkörpers wesentlich beeinflusst wird. Lässt man z. B. einen dünnen Streifen Papier (Abb. 7) auf dem Spiegel schwimmen und hindert ihn am Abtreiben, so bewegt sich von diesem Papier stromauf ein wandernder Stau, dessen kaum merkbare Höhe mit Rücksicht auf die in offenen Gerinnen stets vorhandenen kleinen Schwankungen nicht messbar ist, sicher aber nur einen kleinen Bruchteil eines Millimeters ausmacht und bei klarem Wasser überhaupt nur an einer kleinen Verzerrung der Spiegelbilder gerader Linien erkannt werden kann. Stromab von diesem kleinen Spiegelsprung steht das Wasser der Oberflächenhaut still oder die Haut bewegt sich sogar stromaufwärts. Wird in die Oberflächenhaut eine Methylenblau-Lösung eingeführt, so breitet sie sich, wie früher erwähnt, in der ungestauten Oberfläche weit aus; an der Stelle des wandernden Staus dagegen taucht die ungestaute Oberflächenhaut unter und das Farbwasser zieht sich wieder zu einem Faden zusammen, der sich ähnlich, wie in der Abbildung 7 dargestellt, im Wasserkörper fortbewegt. Wird auf die gestaute Oberfläche Farbwasser aufgebracht, so breitet sie sich nicht wie auf der ungestauten aus, sondern bleibt auf einen kleinen Fleck konzentriert, offenbar, weil die Oberflächenspannung in der Stauzone kleiner ist als im ungestauten Bereich und kleiner als jene der Methylenblau-Lösung.

Die Geschwindigkeitsverteilung unter der gestauten Haut war, wie aus der Abbildung 7 zu entnehmen ist, ähnlich der unter einer Eisdecke, während in der ungestauten Strecke die grösste Geschwindigkeit im Spiegel lag.

Im Grossen wurde eine ähnliche Beobachtung von *W. Reitz*[1]) gemacht, der gelegentlich einer Flügelmessung am Sann, in der Nähe des Ufers in der Oberfläche auffallend kleine Geschwindigkeiten erhielt. Er gewahrte etwa 100 m flussab der Messtelle einen grösseren am Ufer hängenden Ast, der auf dem Wasser schwamm und liess ihn, da er ihn als die Ursache der abnormalen Geschwindigkeitsverteilung vermutete, entfernen. Die neuerliche Messung ergab sodann in der Tat die grösste Geschwindigkeit im Spiegel. Diese Tatsache zeigt, wie weit flussaufwärts sich solche schwimmende Hindernisse bemerkbar machen können, und sie beweist zugleich, dass die zuvor beschriebene, im Versuchsgerinne bemerkte Erscheinung selbst in grossen natürlichen Gewässern mit heftig turbulenter Bewegung wahrnehmbar ist.

Unter Umständen wird die Bewegung des Wassers durch die Oberflächenspannung des Wassers wesentlich beeinflusst. So fiel es dem Verfasser gelegentlich von Messungen in einem etwa 0,1 m breiten Gerinne aus Lärchenholz, das vor vielen Jahren gefirnist worden war, auf, dass sich täglich bei der Eichung des Abflusses die ersten zwei bis drei Versuche in diesem Gerinne bis zu 30 % grössere Wassermengen ergaben, als gleichem Gefälle und gleicher Wassertiefe aus späteren Messungen entsprach, und zwar ergab immer die erste Messung die grösste Abweichung. Eine genaue Untersuchung dieser Erscheinung ergab, dass jeweils bei den ersten Messungen des Morgens das Wasser die Wandungen nicht benetze, und dass der Spiegel an der Wand, ähnlich wie bei Quecksilber, abwärts gekrümmt war; das Wasser schien sich unter der Oberflächenhaut unter Druck zu bewegen. Durch kleine Wellen an der Oberfläche wurde im Laufe von etwa zehn Minuten die Wandung auch höher oben nass und der Spiegel schloss sich nun an sie in der bekannten Weise, aufwärts gekrümmt und mit höherer Lage an; von da an waren die Messungsresultate wieder normal. Wurden die Wandungen vor Beginn der Versuche befeuchtet, etwa mit einem feuchten Lappen überwischt, so blieb jedwede Störung durch die Oberflächenspannung aus. Diese Wirkung der Oberflächenspannung macht es nötig, bei Uebertragung von Modellversuchen kleinen Masstabes auf die Vorgänge im Grossen mit Vorsicht vorzugehen.

Graz, im Juli 1921.

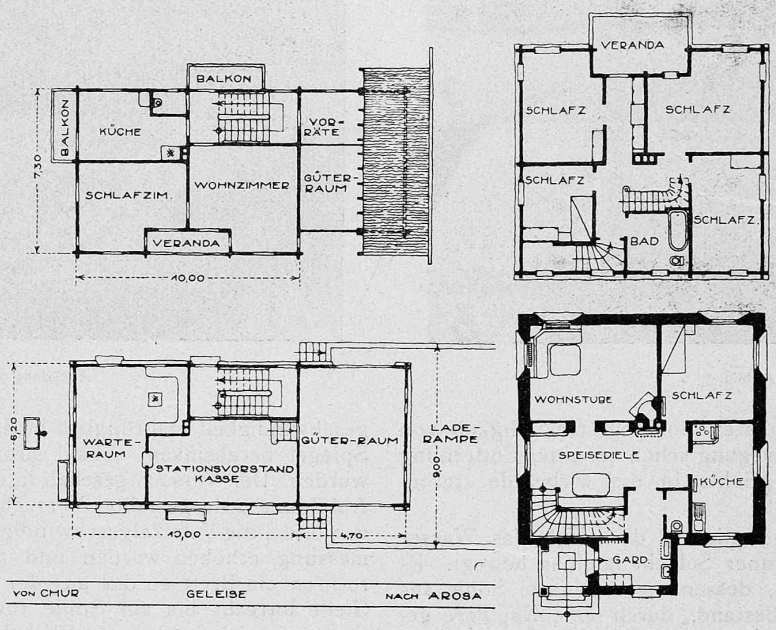

Abb. 1 u. 2. Stationsgebäude Langwies. — 1 : 400. — Abb. 3 u. 4. „Heimeli" in Arosa.

Holzarchitektur von Alfons Rocco in Arosa.

(Mit Tafeln 6 und 7.)

Seitdem das Bauen so teuer geworden ist, beginnen die findigen Architektur-Spekulanten, die günstige Marktlage erkennend, wieder in vermehrtem Masse in „Chalets" zu machen und selbst die Ufer des Zürichsees mit diesen hier ganz unangebrachten Gebilden zu verunzieren, dazu noch in Formen und Verhältnissen, die gelegentlich schon an sich geradezu Karikaturen auf die alpinen Vorbilder darstellen. Es mag daher nützlich sein, durch einige Beispiele daran zu erinnern, dass auch *gute* Neuschöpfungen in jener alten Bauweise möglich sind, selbstverständlich an dem für sie geeigneten Orte.

Schon vor sieben Jahren war hier, anlässlich der Beschreibung der Chur-Arosa-Bahn, das schmucke kleine Stationsgebäude Langwies von Arch. Alfons Rocco abgebildet worden. Seither hat Felix Moeschlin im „Werk" zu zwei Malen (im September 1916 und Juli 1921) auf die Holzarchitektur dieses in Arosa ansässigen Engadiner Architekten hingewiesen.[1]) Zu den kleinen Bauten der Chur-Arosa-Bahn sagt dort Moeschlin u. a.:

[1]) Nach einer freundlichen Mitteilung von W. Reitz, Leiter der hydrographischen Landesabteilung für Steiermark in Graz. Bisher nicht veröffentlicht.

[1]) Die photographischen Clichés zum Stationsgebäude Langwies und zum Hause Stoffel entstammen dem «Werk».