

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 11/12 (1888)
Heft: 11

Artikel: Zur Theorie der Stabschwimmer mit Nutzanwendung auf die Wassermessungen beim Rheinfall vom März 1887
Autor: Legler
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-14936>

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: 15.05.2025

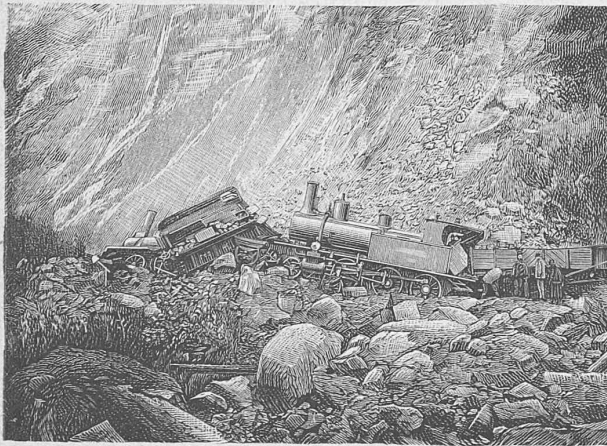
ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

In der Presse ist wie gewohnt über die Ursache der Felsenablösung viel gefabelt worden, so wurde unter Anderem auch die Neuigkeit colportirt, die ausgeführte Juragewässer correction d. h. die dahierige Senkung des Wasserspiegels des Neuenburgersee's (um etwa 2 m) sei die Ursache des Absturzes gewesen.

Es ist durch die Art des erfolgten Absturzes klar und aus der vorhandenen geologischen Formation ersichtlich, dass es sich nicht um eine Senkung, sondern um einen ganz gewöhnlichen Verwitterungsprocess, wie er bei Süsswassermolassen vorkommt, d. h. um eine starke senkrechte Abblätterung überhängender Molasseschichten, als Ursache des Absturzes, handelte, deren Grösse und Ausdehnung absolut nicht vorausgesehen werden konnte.

Die Broyelinie ist von Yverdon bis Estavayer zum grossen Theile auf dem See abgewonnenem Boden angelegt, so auch zwischen Cheyres und Estavayer an der Stelle, wo der Absturz stattfand. Hier wie 500 bis 1000 m weiter in der Richtung gegen Estavayer stehen so zu sagen senkrecht abfallende Molassefelsen 60 bis 80 m hoch in der Nähe bis dicht bei der Bahn und es sind senkrechte Ablösungen der beinahe horizontal gelagerten Schichten von 5 m und mehr Mächtigkeit, bezw. die Ablösung einzelner grösserer Blöcke schon wiederholt vorgekommen; nie aber in solchem Umfange wie am 21. Januar Nachmittags, wo auf 70—80 m

Entgleisung bei Cheyres auf der Strecke Yverdon-Payerne.



Länge sich eine bis 30 m hohe, 2—3 m dicke Masse, in einer Höhe von 30 bis 40 m über der Bahn ablöste und niederstürzte.

Die Wucht und der Stoss der fallenden Felsen war so gross, dass der gesamte Oberbau, Schienen und Schwellen, dadurch zerrissen und etwa 70 m Geleise einfach weggefeht und auf grosse Distanz forgeföhrt wurden. Bis jetzt war es nicht möglich, Spuren dieses weggerissenen Geleisestückes, das tief unter Schutt begraben sein muss, aufzufinden.

An der Abrutschungsstelle, wo früher die Bahn mit 1—1,50 m hohem Damm angelegt war, befindet sich dieselbe gegenwärtig auf etwa 80 m Länge in einem kleinen Einschnitte von ungefähr 1—1,50 m Tiefe, wobei seewärts das Land bis 30 m weit 2—3 m hoch mit dem abgerutschten Materiale bedeckt ist; so dass die abgestürzte Masse auf 6000 bis 8000 m³ geschätzt werden kann.

Kurze Zeit vor Eintritt der Katastrophe hatte der Bahnwärter die Absturzstelle in der Richtung gegen Estavayer begangen und kehrte auch, aufmerksam gemacht durch den Lärm des hinter ihm abstürzenden Materiales, sofort um, jedoch war die Distanz schon zu gross, so dass der von Cheyres heranfahrende Zug nicht mehr rechtzeitig avisirt werden konnte.

Um einer Wiederholung ähnlicher Unfälle möglichst vorzubeugen, ist wohl eine häufige und sorgfältige Untersuchung der längs dieser Strecke vorstehenden Molassefels-

wände eines der besten Mittel, obschon bei der Structur des vorhandenen Felsens auch nicht unfehlbar und vor allen Eventualitäten sicherstellend, wie dieses auf andern Bahnen ebenfalls der Fall; wo alle und jede Gefahr vor Felsstürzen eben auch nicht unbedingt vermieden werden kann, sonst könnten gewisse Bahnen überhaupt nicht ausgeführt werden.

Feste Schutzwehren und Gallerie-Bauten sichern auch nicht in allen Fällen gegen Steinschläge etc., denn deren Schutz gegen derartige Gefahren hängt eben von der Höhe der Felswände bezw. von der Höhe und der Grösse des fallenden Gesteins ab.

Im vorliegenden Falle der Abrutschung bei Cheyres wäre wohl jede feste Schutzmauer oder Gallerie zum grössten Theile zerstört worden.

Eine Verlegung der Bahnlinie an den erwähnten gefährdeten Stellen zwischen Cheyres und Estavayer wäre zwar möglich und zugleich wol das beste Mittel um in Zukunft alle und jede Gefahr zu beseitigen; jedoch sind die dahierigen Kosten, mit Rücksicht auf den geringen Verkehr dieser Linie, sehr bedeutende.

Preisbewerbung für ein Gemeindehaus in Ennenda.

(Hiezu die Zeichnungen auf Seite 71.)

Auf nachfolgender Seite finden sich Hauptfäçade und Grundriss vom Erdgeschoss des mit einem dritten Preise ausgezeichneten Entwurfes der Herren Architekten W. Dürler & L. Pfeiffer in St. Gallen wiedergegeben.

Zur Theorie der Stabschwimmer mit Nutzenanwendung auf die Wassermessungen beim Rheinflall vom März 1887.

Um Wiederholungen zu vermeiden, verweise ich auf meine in der Schweiz. Bauzeitung, Bd. IX, Seite 50 und 56 erschienenen Abhandlungen. Seitdem haben im März 1887 neue Messungen mit Schwimmern und Woltmann'schem Flügel im Rhein unterhalb Schaffhausen stattgefunden, die in den Vereinsnachrichten S. 150, Bd. X der Bauzeitung besprochen worden, und obschon die Flügelmessungen 91,2 % und 97,4 % der Schwimmer ergaben, dennoch den Referenten zum Ausspruch verleiteten, dass man in Zukunft bei einer Reduction der durch Schwimmstäbe erhaltenen Zahlen auf 90 % so ziemlich der Wahrheit nahe kommen werde.

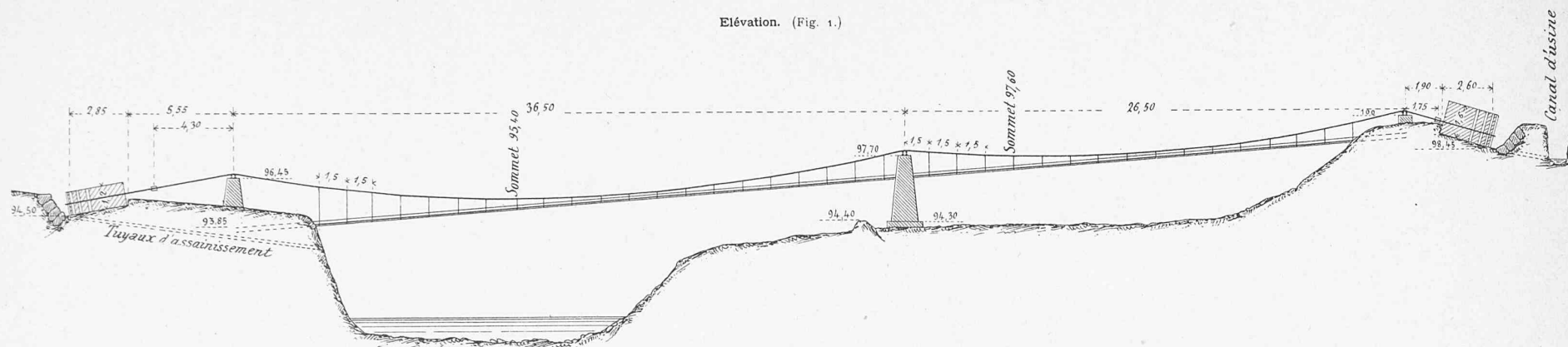
Die nachfolgenden Mittheilungen, welche wegen Abhaltungen nicht früher erscheinen konnten, mögen dazu dienen, obigen Ausspruch näher zu beleuchten.

Der Flügel hat unbestritten den Vortheil, dass man an beliebigen Punkten des Wasserquerschnitts die Zahl der Umdrehungen in einem gegebenen Zeitabschnitt bestimmen kann, und wenn das Verhältniss dieser Flügelumgänge zur wirklichen Wassergeschwindigkeit genau bekannt ist und sonst keine Unregelmässigkeiten und hemmenden Zufälle mitspielen, so kann man in dieser Weise die vorhandene Wassergeschwindigkeit an dem beobachteten Punkte berechnen. Durch solche Flügelbeobachtungen von längerer Dauer hat man für regelmässige Flussläufe eine in der Regel von der Oberfläche nach der Sohle abnehmende Geschwindigkeit constatirt, so ziemlich nach der Form einer Parabel, deren Axe in, oder wenig unter der Wasseroberfläche liegt.

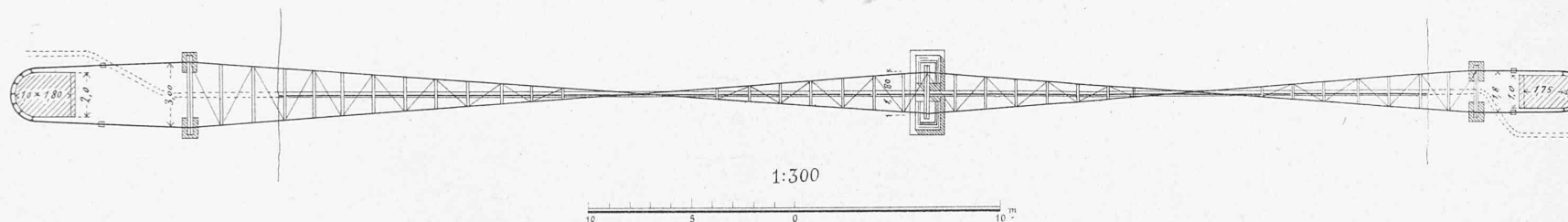
Damit soll nicht gesagt sein, dass die untern Wasserschichten continuirlich um die Differenz ihrer Geschwindigkeit gegen die obern zurückbleiben, sondern, wie man das von Auge beobachten kann, es überstürzen die rascher fliessenden Schichten die langsamern und treiben diese stossweise vorwärts und aufwärts, so dass die verschiedenen

PASSERELLE SUSPENDUE SUR LA TRÊME
POUR LA CONDUITE D'EAU DE LA VILLE DE BULLE (CANTON DE FRIBOURG).

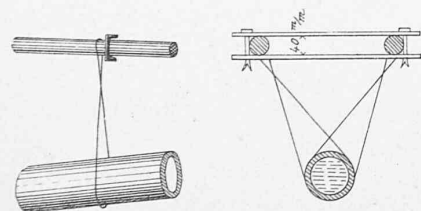
Elévation. (Fig. 1.)



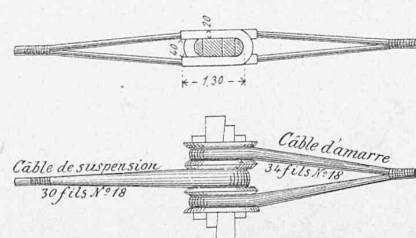
Plan. (Fig. 2.)



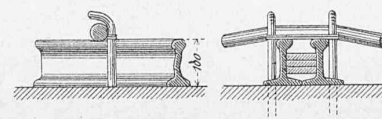
Mode de suspension des tuyaux aux câbles. (Fig. 3.)



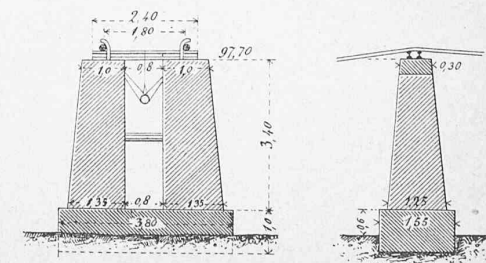
Assemblage des câbles de suspension
avec les câbles d'amarre. (Fig. 4.)



Passage des câbles sur les supports. (Fig. 5.)



Pile du milieu. (Fig. 6.)



1:15

1:150

Seite / page

70(3)

leer / vide /
blank

Wasserschichten ihre Rolle immer wechseln, bald treibend, bald getrieben sind. Auf diesem Gesetz beruht auch die Geschiebsbewegung bei Flüssen.

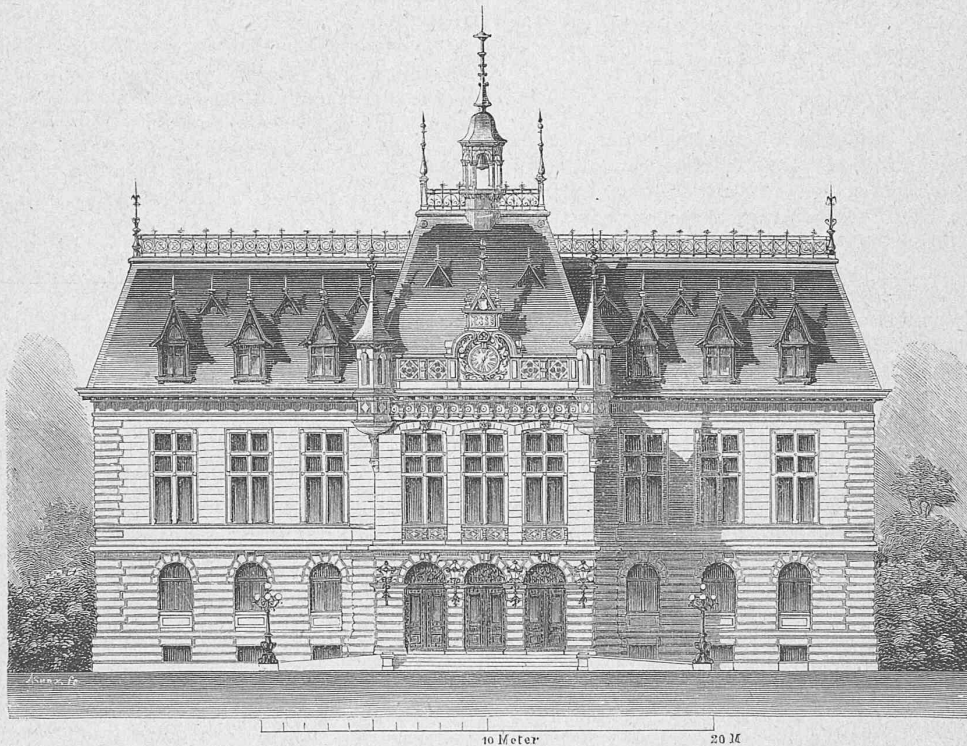
Die Flügelbeobachtungen geben bei ihrer längern Zeitdauer an demselben Punkte Mittelwerthe solcher Wasserausgleichungen, nicht die in jeder Secunde variirende Geschwindigkeit und zeigen deutlich die verzögernde

wo die grössere Geschwindigkeit oben, in der Mitte und bis zur Sohle wechselt, und auch wegen dem unten aufgebundenen Gewicht habe ich bisher die Geschwindigkeit, mit welcher Stabschwimmer aus dünnen Latten, die bis nahe an die Sohle tauchen, sich vorwärts bewegen, gleich derjenigen des Wassers in der entsprechenden Perpendicularen angenommen und gute Resultate hiebei erhalten;

Preisbewerbung für ein Gemeindehaus in Ennenda (Glarus).

Entwurf von W. DÜRLER & L. PFEIFFER, Architekten in St. Gallen.

Motto: St. Fridolin. **Dritter Preis.**



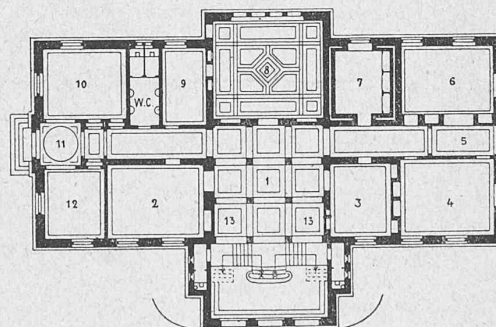
Eigene fotogr. Aufnahme.

Hauptfaçade 1 : 300.

Holzschnitt von A. Kunz.

Legende:

1. Vestibul.
2. Civilstands-Zimmer.
3. Waisenamt.
4. Gemeinde-Canzlei.
5. Wartraum.
6. Verwaltungszimmer.
7. Archiv.



Grundriss vom Erdgeschoss.

Legende:

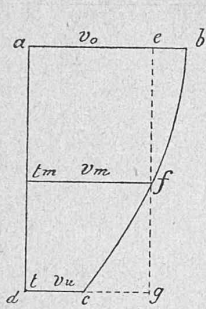
8. Gemeinderaths-Zimmer.
9. Abstands-Zimmer.
10. Post.
11. Schalterhalle.
12. Telegraph.
13. Garderobe bei festlichen Anlässen.

Tendenz der Reibungswiderstände der Ufer und Sohle des Flusses, sowie der Adhäsion der Wassertheilchen unter sich; während die Stabschwimmer den wirbelnden Bewegungen des Wassers folgen, sich vorwärts, rückwärts, oder auch nach der Seite neigen, wesshalb, damit sie nicht zu sehr von der ursprünglichen Richtung abkommen, nur kurze Schwimmstrecken zulässig sind.

Wegen der wirbelnden Bewegung des Wasserlaufes,

nun soll gezeigt werden, welche Differenz im *Maximum* es bringt, wenn man oben*) die grössere Geschwindigkeit annimmt, die nach der Sohle hin nach dem Gesetze der Parabel kleiner wird.

*) Die grösste Geschwindigkeit liegt etwas unter der Oberfläche, aber obige Annahme vereinfacht die Rechnung und ist für unsern Zweck genügend.



Sei $abcd$ die Geschwindigkeits-scale der Perpendicularen ad vom Wasserquerschnitt; V_o , V_m , V_u die Wassergeschwindigkeiten oben, im Mittel und an der Sohle; t die Wassertiefe, t_m jene Tiefe, in welcher die mittlere Geschwindigkeit V_m vorkommt, so muss sein für's Gleichgewicht: Fläche $ebf = fcg$, oder wegen der Parabelcurve bc

$$\frac{2}{3}(V_o - V_m)t_m = \frac{1}{3}(V_o - V_u)t - (V_o - V_m)t + \frac{2}{3}(V_o - V_m)t_m$$

$$0 = \frac{1}{3}(V_o - V_u) - (V_o - V_m)$$

$V_o - V_u = \text{Constante } t^2$; $V_o - V_m = \text{Constante } t_m^2$ also $\frac{1}{3} t^2 = t_m^2$ und

$$t_m = \frac{t}{\sqrt{3}} = 0,577 t$$

Sei nun ad ein homogener Stabschwimmer (hydro-metrischer Stab) der vom Wasser mit der Geschwindigkeit V getrieben wird und dessen Gewicht durch den Auftrieb, oder das Gewicht des verdrängten Wassers ganz aufgehoben ist. Die Tiefe, in welcher das Wasser die Triebkraft V hat, sei b , so wird der Stab oben durch die Geschwindigkeiten $V_o - V$ beschleunigt und unten durch $V - V_u$ verzögert und es muss für den Gleichgewichtszustand die Gleichung bestehen

$$m(V_o - V)^2 = m_1(V - V_u)^2$$

Die Masse m fällt hier nur in Berücksichtigung auf die Stablängen o und b daher:

$$\int_0^h (V_o - V)^2 dt = \int_h^t (V - V_u)^2 dt$$

Wegen der Parabelgleichung $x = \text{Constant}$. y^2 wird $V_o - V = k b^2$. $V_o - V_u = k t^2$, also

$V - V_u = k(t^2 - b^2)$ und mit Weglassung der Constanten:

$$\int_0^h (V_o - V)^2 dt = \int_0^h b^4 dt = b^5$$

$$\int_h^t (V - V_u)^2 dt = \int_h^t (t^2 - b^2)^2 dt =$$

$$\int_h^t (t^4 - 2 t^2 b^2 + b^4) dt =$$

$$\frac{t^5}{5} - \frac{2}{3} b^2 t^3 + b^4 t - \frac{8}{15} b^5$$

$$\text{also } b^5 = \frac{t^5}{5} - \frac{2}{3} b^2 t^3 + b^4 t - \frac{8}{15} b^5$$

$$\frac{b^5}{t^5} - \frac{15 b^4}{23 t^4} + \frac{10 b^2}{23 t^2} - \frac{3}{23} = 0. \text{ Für } \frac{b}{t} = x \text{ wird}$$

$$x^5 - 0,652 x^4 + 0,435 x^2 - 0,13 = 0 = f(x).$$

Durch Auflösung dieser Gleichung mit Hilfe der Differentialrechnung erhält man als einzige reelle Wurzel $x = 0,567$. Es wird dann $f(0,567) = 0,058602 - 0,067387 + 0,13984 - 0,13 = +0,001055$, somit ist $\frac{b}{t} = 0,567$ und $b = 0,567 t$.

Vorhin fanden wir für die mittlere Wassergeschwindigkeit die Tiefe $t_m = 0,577 t$, somit, weil $b < t_m$, wäre die Geschwindigkeit des homogenen Schwimmstabs etwas grösser. Ausserdem soll der Schwimmstab nicht bis auf den Grund tauchen, damit er nicht anstösst, sondern frei schwimmt und oben sichtbar bleibt. Sei die Eintauchung des Stabes im Durchschnitt etwa $= 0,85 t$ *, so wird:

$$b = 0,567 \cdot 0,85 t = 0,482 t$$

$$\text{Es ist } \frac{V_o - V}{V_o - V_m} = \frac{b^2}{t_m^2} = \frac{0,482^2}{0,577^2};$$

$$\frac{V_m}{V_o} = V_o - (V_o - V) \frac{0,577^2}{0,482^2} = 1,433 V - 0,433 V$$

Bei einer versenkten Stablänge von $0,85 t$ wird wol in den meisten Fällen die kleine Differenz zwischen V_m und V d. h. zwischen der mittleren Geschwindigkeit der Perpendicularen und derjenigen des Stabes durch die Dimensionen des Steines*), welcher unten auf den Lattenstab befestigt wird, damit dieser aufrecht schwimme, aufgehoben werden. Auch ist die Parabelcurve der Flussgeschwindigkeiten nicht ganz sicher. Jedenfalls zeigt diese Rechnung, dass solche Stabschwimmer *sehr zuverlässige* Resultate geben müssen.

Machen wir nun eine Nutzanwendung vorstehender Formel für V_m auf die Schwimmernmessungen vom März 1887 in der Gegend des Rheinfalls, so ergibt sich:

Für die Rheinmessung *unterhalb des Falls im Nol ohne* Reduction der Stabschwimmergeschwindigkeiten:

wurde berechnet: Abfluss $= 174,124 m^3$. Direct gemessen wurde in 12 Perpendicularen mit Oberflächenschwimmern von etwa $0,3 m$ und mit langen Stäben von etwa $0,85 t$ Eintauchung:

$$V_o = 0,317; 0,488; 0,714; 0,690; 1,000; 1,111; 1,176; 1,176; 1,250; 1,429; 1,176; 1,053.$$

$$V = 0,313; 0,488; 0,714; 0,909; 0,769; 1,111; 1,000; 1,053; 1,333; 1,333; 1,000; 0,833.$$

$$\text{Im Mittel } V_o = \frac{11,580}{12} = 0,965 \quad V = \frac{10,856}{12} = 0,905$$

$$\text{somit } V_m = 1,433 \cdot 0,905 - 0,433 \cdot 0,965 = 0,879 m$$

und die corrigirte Abflussmenge würde sein $\frac{174,124 \cdot 0,879}{0,905} = 169,12 m^3$, also $5 m^3$ oder etwa 3% geringer.

Für die Messung bei *Flurlingen*, ein paar Tage später, fanden wir gemäss den Stabgeschwindigkeiten eine Abflussmenge von $190,273 m^3$. Direct gemessen wurde in 13 Perpendicularen:

$$V_o = 0,769; 1,304; 1,304; 1,429; 1,364; 1,364; 1,250; 0,938; 1,071; 0,938; 0,909; 0,882; 0,625$$

$$V = 0,857; 1,200; 1,200; 1,304; 1,200; 1,154; 1,034; 0,909; 0,857; 0,833; 0,769; 0,750; 0,508.$$

$$\text{Im Mittel } V_o = \frac{14,147}{13} = 1,088 m; \quad V = \frac{12,575}{13} = 0,967 m$$

$$V_m = 1,433 \cdot 0,967 - 0,433 \cdot 1,088 = 0,9146 \text{ und als corrigirte Abflussmenge } \frac{190,273 \cdot 0,9146}{0,967} = 180 m^3, \text{ also}$$

etwa $10 m^3$ oder 5% weniger, als zuerst berechnet wurde.

Die Fehlergrenzen dieser beiden Stabschwimmermessungen bewegen sich somit höchstens zwischen Minus 3% und 5% derjenigen Berechnung, die sich ergibt, wenn man die Geschwindigkeit der langen Stabschwimmer gleich derjenigen der Perpendicularen annimmt. *Von einem Abzug von 10% oder sogar noch mehr, den die Gelehrten des hydraulischen Flügels machen möchten, kann daher durchaus nicht die Rede sein.*

Unter der Annahme, dass die untere Belastung des Schwimmstabs mit Ziegelstücken die Stabgeschwindigkeit derjenigen des Wassers zum mindesten gleich mache und wenn l die Länge des eingetauchten Stabes, t die Wassertiefe, V die Stabgeschwindigkeit, V_o die Oberfläche- und V_m die mittlere Geschwindigkeit der Perpendicularen, so wird

$$\frac{V_o - V}{V_o - V_m} = \frac{l^2}{t^2} \text{ und } V_m = \frac{l^2}{t^2} V - V_o \left(\frac{l^2}{t^2} - 1 \right).$$

Setzen wir hier $l = 0,85 t$, so erhalten wir:

$$V_m = 1,384 V - 0,384 V_o$$

Je kleinere Differenzen zwischen V und V_o , z. B. bei sehr schwachem, oder sehr starkem Wasserlauf, desto mehr nähert sich V der mittleren Geschwindigkeit V_m .

In allen diesen Fällen ist die Fehlergrenze bei Ausnahme der Stabgeschwindigkeit als Mittlere noch kleiner, als wir vorhin gerechnet haben.

belastet sie so, dass sie genügend sichtbar bleiben. Eine Annahme von $0,85 t$ dürfte der durchschnittlichen Eintauchung solcher Stabschwimmer so ziemlich entsprechen.

*) Am besten ist ein Stück glatten Dachziegels, der sich nach der Stromrichtung stellt und dem Wasserstoss nur die schmale Kante bietet.

*) Es würde begreiflich schwierig sein, ein genaues Verhältniss der Stablänge zur Wassertiefe festzuhalten. Man nimmt bei wenig differirenden Wassertiefen Schwimmer von durchschnittlicher Länge und

Herr Ingenieur Epper vom eidg. Ober- Bauinspectorat hat mit einem am Stab feststehenden Amsler'schen Flügel im Nol $156,6 m^3$ und bei Flurlingen $184,3 m^3$ gefunden. Diese Messungen erstreckten sich je über den ganzen Tag, während mit den hier bemerkten Schwimmern an denselben Tagen, bei der doppelten Zahl von Perpendicularen, im Nol nur von Abends 4 — $5\frac{1}{4}$ Uhr und bei Flurlingen $10\frac{1}{2}$ — 12 Uhr gemessen wurde. Weil der Wasserstand langsam zunahm, so muss die Messung Herrn Eppers im Nol weniger und die bei Flurlingen mehr Wasser zeigen, als die Schwimmermessungen, was mit meinen corrigirten Abflussmengen stimmt.

Herr Epper hat mit viel Sorgfalt operirt; in je der zweiten Perpendicularen sind auf verschiedener Tiefe Flügelbeobachtungen gemacht worden, an tiefern Stellen bis 9 solcher. Besonders seine Constantenbestimmung für den Flügel im Thunersee aus 100 Fahrten war eine mühsame Arbeit. Daraus ergab sich die Formel $v = 0,021 + 0,2375 n$, worin v die Wasser- oder Fahrtgeschwindigkeit und n die Tourenzahl des Flügels bedeuten. Diese Formel gibt begreiflich Mittelwerthe für v , z. B. $0,1333 m$, $1,2448 m$, $2,077 m$, während die entsprechenden wirklich beobachteten Wegstrecken pro Secunde betrugen $0,191$, $1,176$, $2,128$. In solchen Differenzen, besonders wenn nur wenig Beobachtungen vorkommen, liegt gleichfalls eine Unzuverlässigkeit des hydrometrischen Flügels, abgesehen von hemmenden Zufällen verschiedener Art, welche die Beobachtungen ganz unbrauchbar machen, oder, wenn unbemerkt, zu irrigen Schlüssen veranlassen. — Immerhin ist die Arbeit Herrn Epper's eine Musterarbeit für Flügelmessungen zu nennen; aber wenn man die seltene Sorgfalt und lange Zeitdauer derselben in Betracht zieht, gegenüber der kurzen Dauer der Schwimmerbeobachtungen und der Sicherheit, welche letztere, gemäss dieser Abhandlung, darbieten, so kann es für jeden practischen Hydrauliker kaum zweifelhaft sein, welche dieser beiden Mess-Methoden den Vorzug verdiene und gegebenen Falls auf gerichtliche Glaubwürdigkeit am meisten Anspruch machen darf.

Glarus, im März 1888.

Legler.

Miscellanea.

Ausbesserung eines Dampfkessels mittelst Schweissung auf electricchem Wege. Ueber die von Herrn Professor Dr. R. Rühlmann erwähnte rasche Ausbesserung eines Dampfkessels (vide vorletzte Nummer S. 57) hat der Besitzer desselben, Schmirgelwaaren-Fabricant N. Struck, im Petersburger Polytechnischen Verein in sehr einlässlicher Weise Bericht erstattet. Herr Struck theilte laut der Zeitschrift „Dampf“ hierüber Folgendes mit. — „Am Dienstag, den 19. Mai d. J. Vormittags, wurde der Dampfkessel meiner Schmirgelwaarenfabrik plötzlich so leak, dass das Feuer augenblicklich gelöscht und die dem Leak gegenüberliegende Feuerthüre aufgeschleudert wurde. — Der in Rede stehende Dampfkessel von etwa $15 m^2$ Heizfläche, ein Vertical-Kessel, als System Wilhelmshütte bekannt, wurde mir von dem in Entau bei Sprottau belegenen Werk im October 1878 geliefert und derselbe befand sich seit jener Zeit fast ohne Unterbrechung und ohne Ausbesserung zum Betriebe der Fabrik in Thätigkeit. — In den letzten 4 Jahren ist die von dem Kessel geforderte Dampfmenge unverhältnissmässig gross, und derselbe daher bei einem beständigen Druck von 6 Atm. stark beansprucht. — Die Ursache des Leakwerdens war festgesetzter Schmutz, woran hauptsächlich die nachlässige Reinigung seitens des Heizers die Schuld trug, indessen sind erstens die sehr schwer zugängliche Stelle, wo der Schmutz sich festgesetzt hatte, und zweitens der Umstand, dass das früher sehr reine Speisewasser durch einen unglücklichen Umstand stark verunreinigt war, als theilweise Entschuldigung für den Heizer anzuführen. — Aus dem Kessel wurde behufs Reinigung während des Betriebes zweimal wöchentlich aus einem Hahne neben der Feuerthür abgeblasen. Genau auf der entgegengesetzten Seite hatte sich der Schmutz, in der Hauptsache eisenhaltiger Thon, abgesetzt, so dass sich eine Beule in die Feuerung hinein bildete, die auf fünf Stellen starke Risse aufwies. Wie sich später bei der Reinigung des Kessels zeigte, war der sonst lose liegende Schmutz hinter der glühend gewesenen Stelle der Feuerbüchse zu festen Stücken zusammengebrannt. — Da ein Reservekessel nicht vorhanden, so war der Betrieb der Fabrik unterbrochen, und so-

weit ich selbst den Fall beurtheilte, für einige Wochen völlig gestört. — Wenn ich mich nicht entschliessen wollte einen andern, d. h. den ersten besten Kessel aufzustellen, so dauerte die Aufstellung eines neuen, geeigneten Kessels bis zur Inbetriebstellung jedenfalls ebenso lange, wenn nicht länger als die Ausbesserung, und ein längerer Stillstand musste mir unberechenbaren Schaden bringen. Der Kesselschmiedemeister einer grossen in der Nähe belegenen Maschinenfabrik beanspruchte für die Ausbesserung etwa 400 Rubel, und das scheint durchaus nicht übertrieben, wenn man sich die Arbeit vergegenwärtigt, die erforderlich war, den Kessel wieder dauernd brauchbar zu machen. Er rieth mir daher, von der Ausbesserung vorläufig überhaupt abzusehen und einen neuen Kessel aufzustellen, und denselben Rath erhielt ich von den bedeutendsten unserer hiesigen Maschinenfabriken. — Nun kam mir beim Leckwerden meines Kessels der Gedanke, den Schaden mit Hilfe des electricchen Schweissverfahrens auszubessern, allein Bedenken, die sich mir gleichzeitig aufdrängten, veranlassten mich Nichts unversucht zu lassen, um auf dem gewöhnlichen Wege der Ausbesserung den Kessel wieder herstellen zu lassen. — Als in dieser Beziehung aber Alles fehl schlug, wandte ich mich an Herrn von Benardos, der denn auch nach einer Besichtigung sich bereit erklärte, die Ausbesserung vorzunehmen. — Meine Frage, welche Bürgschaft er mir betreffs des Gelingens der Ausbesserung bieten könne, beantwortete Herr von Benardos, indem er in unglaublich kurzer Zeit 2 Rundeisenstäbe von $\frac{3}{4}$ oder 1 Zoll Dicke der Länge nach an einander schmolz, die nach dem Erkalten gebogen wurden, ohne dass dabei die zusammengeschmolzene Stelle irgendwie beschädigt wurde. Das war nach meinem Dafürhalten genügend, um auf das Gelingen der Ausbesserung mit Sicherheit rechnen zu können. Da ferner Herr von Benardos für die Ausbesserung keine Bezahlung, sondern nur ein schriftliches Zeugnis über diese Arbeit beanspruchte, so entschloss ich mich um so leichter dazu, ihm die Ausbesserung zu übertragen, als mich das neue Verfahren selbst ausserordentlich interessirte. — Unserer Verabredung gemäss wurde der Kessel am nächsten Morgen, am Freitag, den 22. Mai, auf einen Blockwagen gleich so aufgeladen, dass die schadhafte Stelle recht bequem zu erreichen war und alsdann in die unter dem Namen „Electro-Hephaest“ von Herrn von Benardos gegründete Versuchswerkstätte geschafft. — Bei der nun vorgenommenen Arbeit sowohl als auch bei der nachfolgenden Druckprobe blieb der Kessel in unveränderter Lage auf dem Wagen und wurde nach Beendigung ebenso wieder an den Ort seiner Bestimmung zurückgeführt. — Von einer Beseitigung bzw. Zurücktreibung der Beule musste Abstand genommen werden, da sich durch diese immerhin sehr gewagte Procedur der Schaden sehr leicht vergrössern konnte, besonders auch weil der Nietenrand selbst durch die Beule eingedrückt war. — Zuerst wurden mit Meissel und Hammer die sichtbaren Risse blos gelegt, so dass sich Rinnen bildeten, deren Breite etwa der doppelten Dicke des Kesselbleches gleich war; dabei kamen ebenfalls noch einige versteckt liegende Risse zum Vorschein. Nachdem nunmehr der negative Pol der Dynamomaschine bzw. der Accumulatoren-Batterie mittelst eines Feilklobens an dem Nietrande des Kessels befestigt worden, begann Herr von Benardos selbst die Arbeit. Zunächst schmolz er die Risse an der Innenseite des Bleches soweit zu, dass ein Durchfliessen des Metalles nicht mehr zu befürchten war. Sodann füllte er in die ausgemeisselten Rinnen kleine Abschnitte von Eisen, denen eine Kleinigkeit mit Thon gemischten Seesandes zugesetzt war und schmolz damit die Rinnen unter fortwährendem Nachfüllen von Eisenschnitzeln voll. Nach dem jedesmaligen Zusammenschmelzen einer Menge Eisenschnitzel wurde die auf der Oberfläche entstandene dünne Oxydschicht durch Hämmern entfernt. — Nachdem nun auf diese Weise die sämtlichen Rinnen vollgeschmolzen waren, überdeckte Herr von Benardos die ganze schadhafte Stelle mit einer Schicht Eisenschnitzel auf einer Fläche von etwa 9 bis 5 Zoll und schmolz diese darauf, so dass die Beule auf ihrer schwächsten Stelle mit einer etwa $\frac{1}{8}$ Zoll dicken Schicht neuen Eisens verstärkt wurde. — Diese gesammte Arbeit beanspruchte nicht ganz $\frac{3}{4}$ Stunden Zeit. — Nachdem nunmehr einige Zeit zum Abkühlen des Eisens gegeben war, wurde der Kessel in unveränderter Lage auf dem Wagen mit Wasser gefüllt und einer Druckprobe von 10 Atm. ausgesetzt. — Die geschweisste Stelle erwies sich als vollkommen dicht, an einigen andern Stellen zeigten sich jedoch noch schwache Lecke, die dann ebenfalls sehr schnell verschmolzen wurden. — Der Kessel war gegen neun Uhr Morgens in die Werkstatt „Electro-Hephaest“ gekommen und wurde von dort um 4 Uhr als geheilt entlassen. — Wenn nun eben nicht besondere Verhältnisse vorgelegen hätten, so wäre nichts im Wege gewesen, den Kessel schon am nächsten Tage, am Sonnabend, wieder in Betrieb zu setzen, da die Aufstellung desselben