

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 87/88 (1926)
Heft: 1

Vereinsnachrichten

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: 14.05.2025

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

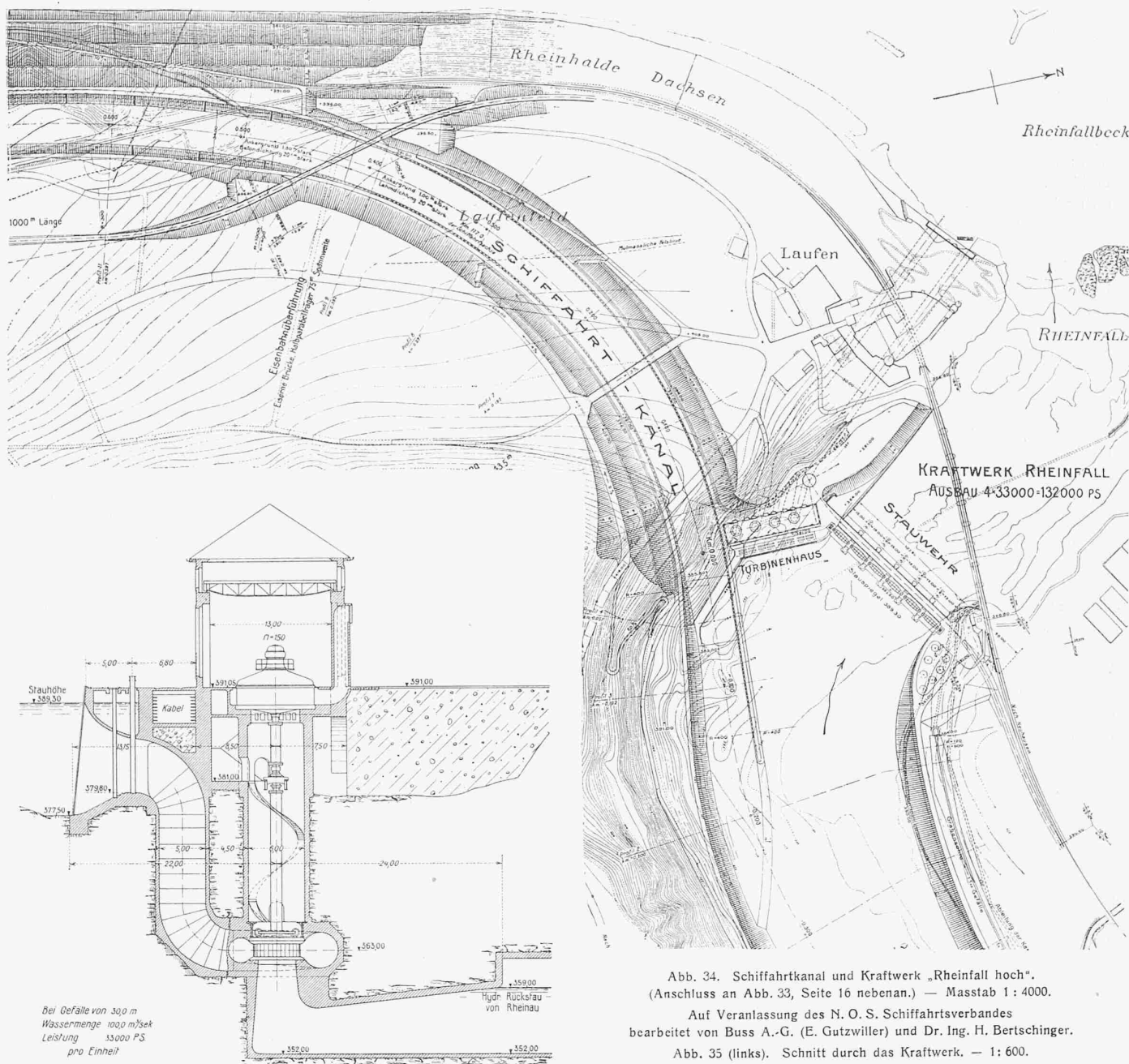


Abb. 34. Schifffahrtskanal und Kraftwerk „Rheinfall hoch“.
(Anschluss an Abb. 33, Seite 16 nebenan.) — Masstab 1 : 4000.

Auf Veranlassung des N. O. S. Schiffsverkehrsverbandes
bearbeitet von Buss A.-G. (E. Gutzwiller) und Dr. Ing. H. Bertschinger.
Abb. 35 (links). Schnitt durch das Kraftwerk. — 1 : 600.

Die S. I. A.-Normen für Wassermessungen bei Durchführung von Abnahmeversuchen an Wasserkraftmaschinen.

Die von Jahr zu Jahr steigenden Anforderungen, die bezüglich Wirkungsgrad an die hydraulischen Kraftmaschinen gestellt werden, haben je länger je mehr gezeigt, dass es wünschenswert ist, die von den verschiedenen Wasserkraftmaschinen-Konstrukteuren abgegebenen Wirkungsgradgarantien auf gemeinschaftliche Grundlage zu stellen, im besondern in Bezug auf die bei den Abnahmeversuchen durchzuführenden Messungen der verarbeiteten Wassermengen. Wohl bestanden schon seit langem für solche Messungen die verschiedensten Methoden und für jede Messart wiederum mannigfache Ausführungsvorschriften. Es fehlte jedoch eine allgemeine kritische Untersuchung aller dieser Messverfahren in Bezug auf Anwendungsbereich und Genauigkeitsgrad, und namentlich auch ein genauer Vergleich der verschiedenen Verfahren untereinander. Dem S. I. A. gebührt daher volle Anerkennung dafür, dass er es unternommen hat, solche Untersuchungen durchzuführen, und dass er sie auch, unterstützt von Staat und Industrie, mit Erfolg beendigte.

Das Ergebnis der vieljährigen Untersuchungen und Versuche ist nun in den vorliegenden Normen zusammengestellt. Diese beschränken sich einstweilen nur auf die seit langem in Europa mit

Erfolg verwendeten Messarten, die Behältermessungen, die Ueberfallmessungen und die Flügelmessungen. Die neuern Methoden, wie die Gibsonmethode, die Salzmessmethode von Allen, die Salzmessmethode von Barbagelata usw., werden wohl später, wenn genügend Erfahrungen über deren Brauchbarkeit und Genauigkeit vorliegen, in einer zweiten Auflage dieser Normen aufgenommen werden müssen.

A. Behältermessungen.

Bei dieser, noch immer genauesten Messmethode, konnten sich die Normen darauf beschränken, genaue Vorschriften festzulegen bezüglich der Wahl der anzuwendenden Behälter und deren Eichung. Die Normen bringen also hier nichts neues, sondern legen nur eindeutig fest, wie bei solchen Messungen vorzugehen ist.

B. Ueberfallmessungen.

Diese Messart wird überall mit Vorteil angewendet, wo es sich um kleinere und mittlere Wassermessungen handelt, und wo der Einbau eines Ueberfallwehres ohne schädlichen Einfluss ist auf die Wirkungsweise der zu untersuchenden Turbine. Als Messwehre kommen nur vollkommene Ueberfälle in Betracht, für die die Wasser-

menge ganz allgemein nach der Formel von Du Buat berechnet wird. Für den in dieser Formel auftretenden Ueberfall-Koeffizienten μ haben nun eine grosse Zahl von Experimentatoren zum Teil auf Grund eigener Versuche, zum Teil auf Grund theoretischer Ueberlegungen, Formeln angegeben.

Es galt nun zunächst, das umfangreiche vorliegende Material noch einmal von Grund auf durcharbeiten. Es bestand die Absicht, wenn möglich eine der bestehenden Formeln als massgebend zu erklären. Dieser Gedanke wurde jedoch wieder aufgegeben, da es sich zeigte, dass das vorliegende Material keine genügende Aufklärung geben konnte für die nicht unwesentlich voneinander abweichenden Resultate der verschiedenen Formeln. Da die Untersuchungen ferner darauf führten, dass z. B. die bekannte Formel von Bazin bei kleinern Ueberfallhöhen μ Werte ergibt, die gar nicht mit seinen eigenen Versuchsergebnissen übereinstimmen, drängte sich die Notwendigkeit auf, das vorhandene Versuchsmaterial durch möglichst weitgehende eigene Versuche zu kontrollieren und zu ergänzen.

Zu dem Zwecke wurden zunächst im Maschinenlaboratorium der E. T. H. Ueberfallmessungen in einem Kanal von 0,80 m Breite durchgeführt. Bei diesen Versuchen konnte die Wassermenge mit Hilfe von geeichten Behältern auf das Genaueste bestimmt werden. Dank dem Entgegenkommen der A.-G. Lonza war es sodann auch möglich, ausgedehnte Versuche mit Ueberfällen grösserer Abmessungen, bis zu 3,5 m Breite, durchzuführen. Die Zentrale Ackersand (Wallis) dieser Gesellschaft besitzt einen sehr schön ausgebauten Unterwasserkanal, der mit Messschirm ausgerüstet ist. Dieser Kanal wurde der Wassermesskommission des S. I. A. für die geplanten Versuche zur Verfügung gestellt.

Die Einrichtungen und Vorbereitungen zu diesen Versuchen wurden so durchgeführt, dass diese mit grösstmöglicher Genauigkeit vorgenommen werden konnten. Zunächst wurde neben dem Messkanal ein Nebkanal geschaffen, durch den, bei Arbeiten im Hauptkanal, das ganze Abwasser der Zentrale abgeleitet werden konnte. Beide Kanäle wurden durch eine Regulierschütze und einen verstellbaren Saugüberfall verbunden. Sodann wurde der Messkanal auf das Genaueste ausgebaut, vermessen und am Ende mit einem eisernen Rahmen versehen, an dem auf bequeme Weise Messüberfälle mit und ohne Seitenkontraktion angeschlossen werden konnten. Für die Bestimmung der Ueberfallhöhe und der Wasserspiegellhöhe im Kanal wurden eine grosse Zahl von Präzisionsspitzenpegeln, Schwimmerpegeln und ein Registrierpegel eingebaut. Der Schirm, der als Eichmittel für die Ueberfallmessungen dienen sollte, wurde einer gründlichen Revision und teilweisen Umkonstruktion unterworfen. Durch eingehende Versuche wurde sowohl der Schirmwiderstand, als auch der Schirmslip (Spaltverlust) bestimmt. Für die Zeitmessungen wurden der Kommission die besten Chronographen, sowie die besten Stoppuhren und Chronometer zur Verfügung gestellt. Genaue Ausmessungen des Kanals, sowie Präzisionsnivelements wurden regelmässig während der ganzen Versuchsdauer vorgenommen.

Die eigentlichen Ueberfallmessungen erstreckten sich dann auf Ueberfälle ohne Seitenkontraktion von 3,5 m Breite und Wehrhöhen von 0,50 bis 1,30 m, sowie auf Ueberfälle mit Seitenkontraktion, bei denen sowohl Wehrhöhe als Kontraktionsverhältnis in weiten Grenzen verändert wurden. Hand in Hand mit den eigentlichen Versuchen gingen auch Untersuchungen über Strahlbelüftung, über Strömungsverhältnisse und Messungen am überfallenden Strahl.

Der Durchführung dieser Versuche, die sich über vier Jahre erstreckten, wurden von Seiten der Betriebsleitung des Werkes grosses Verständnis entgegengebracht, sodass sie im allgemeinen ohne jede Störung durchgeführt werden konnten. Die Art des Betriebes brachte es mit sich, dass jeweilen auf grosse Zeiträume sehr konstante Wasserführung im Kanal erzielt werden konnte, sodass die vorhandenen Reguliorrichtungen nur beschränkt zur Anwendung kommen mussten.

Alle Messungen wurden von Ingenieuren durchgeführt, die mit der Materie vertraut waren und über die nötige Erfahrung und Uebung in der Durchführung genauer Messung verfügten. Da ferner alle modernsten Hilfsmittel zur Verfügung standen, dürfen diese Messungen Anspruch auf einen sehr hohen Grad von Genauigkeit beanspruchen.

Im ganzen wurden von der Wassermesskommission über 6000 Versuche durchgeführt. Die Auswertung des so gewonnenen umfangreichen Materials führte nun unter Verwertung des vorher schon untersuchten und als brauchbar befundenen Materials zu den in den Normen empfohlenen Formeln für den Ueberfallkoeffizienten μ .

Es muss hervorgehoben werden, dass es dabei zum erstenmal gelungen ist, eine Formel für Ueberfälle mit Seitenkontraktion aufzustellen, die für das Kontraktionsverhältnis 1, also Kanalbreite gleich Ueberfallbreite, ohne weiteres in die angegebene Formel für Ueberfälle ohne Seitenkontraktion übergeht. Es wurde also auch eine mathematisch und physikalisch einwandfreie Formel gefunden.

Neuerdings durchgeführte Nachprüfungen dieser Formeln durch Schirm- und Behältermessungen mit Ueberfällen von verschiedensten Abmessungen haben bestätigt, dass sie, genaue Einhaltung der Vorschriften der Normen vorausgesetzt, Wassermengen ergeben, die mit den wirklichen Werten praktisch übereinstimmen.

C. Flügelmessungen.

Ueber die Genauigkeit dieser wohl am meisten angewandten Messmethode herrschten von jeher sehr geteilte Meinungen. Es galt also nach Möglichkeit, Klarheit in dieser Beziehung zu schaffen. Gleichzeitig sollten möglichst genaue Vorschriften über die Art der Durchführung solcher Flügelmessungen und für die Eichung der Messflügel aufgestellt werden.

Obwohl viel Material über Flügelmessungen vorlag, namentlich von Seiten des Eidgenössischen Amtes für Wasserwirtschaft, musste doch noch eine grosse Anzahl von neuen Messungen durchgeführt werden. Auch diese Versuche wurden sowohl im Kanal des Maschinenlaboratoriums der E. T. H., als auch namentlich im Messkanal Ackersand durchgeführt. Ergänzende Spezialversuche über Schrägströmungen erfolgten schliesslich im Eichkanal des genannten Amtes.

Bei den Flügelmessungen wurde so vorgegangen, dass bei konstanter Wasserführung des Kanals, gleichzeitig in drei verschiedenen Querschnitten desselben, teils mit gleichartigen, teils mit Instrumenten verschiedener Konstruktion gemessen wurde. (Es stand eine grosse Anzahl von Flügeln aller damals bekannten Konstruktionen zur Verfügung.) Gleichzeitig wurde die Wassermenge mittels der durch die vorangegangenen Versuche geeichten Ueberfälle gemessen. Es ergab sich bei dieser Methode die Möglichkeit einer scharfen Kontrolle der verschiedenen Messungen untereinander.

Auf Grund des gewonnenen zahlreichen Materials wurde es nun möglich, bestimmte Vorschriften über die zu wählende Anzahl der Messpunkte, über die Einteilung der Messprofile und schliesslich auch eindeutige Angaben über die Art und Weise der Auswertung solcher Flügelmessungen aufzustellen. Namentlich dieser letzte Punkt ist zu begrüssen. Ist es doch früher infolge der sehr verschiedenen Auswertungsmethoden häufig vorgekommen, dass für die gleiche Messung nicht unwesentlich voneinander abweichende Endresultate errechnet wurden.

Von Wichtigkeit ist es auch, dass in den Normen festgelegt wurde, dass es unbedingt nötig ist, jede Messung mindestens dreimal gleichzeitig oder nacheinander durchzuführen, um überhaupt eine Genauigkeitsbestimmung derselben vornehmen zu können. Nach wie vor bleibt natürlich als Grundbedingung, dass Flügelmessungen bei Abnahmeversuchen nur von durchaus geübten und erfahrenen Leuten durchgeführt werden sollen.

Im Schlusskapitel der Normen ist schliesslich noch kurz angegeben, wie ganz allgemein die Genauigkeitsbestimmung irgend einer Messung durchzuführen ist.

*

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass es gelungen ist, in den S. I. A.-Wassermessnormen eindeutige klare Vorschriften für die drei gebräuchlichsten Wassermessmethoden festzulegen, wodurch früher oft gehegte Zweifel und Meinungsverschiedenheiten vermieden werden. Zu begrüssen wäre es daher, wenn zukünftig bei allen Konkurrenz-Ausschreibungen für grosse und kleine Wasserkraftanlagen die S. I. A.-Normen für die Wassermessungen als allein gültig vorgeschrieben würden. Ferner sollte aber auch schon bei der Projektierung einer Anlage daran gedacht werden, dass es nicht genügt, bestimmte Wassermessmethoden vorzuschreiben, sondern dass auch dafür gesorgt werden muss, dass der Bau so ausgeführt wird, dass er die einwandfreie Durchführung der vorgesehenen Methode überhaupt ermöglicht. Leider ist dies bisher, auch bei grössten Werken, meistens versäumt worden.

Zum Schluss kann noch als Erfolg der S. I. A.-Normen erwähnt werden, dass sie nun schon wiederholt auch für Abnahmeversuche in grossen ausländischen Anlagen von Seiten der Unternehmer als massgebend anerkannt wurden.

Dipl. Ing. E. Seitz.