

# Flügel-Wassermessungen in Druckrohrleitungen

Autor(en): **Dufour, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **83/84 (1924)**

Heft 4

PDF erstellt am: **26.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-82834>

## 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.

INHALT: Flügel-Wassermessungen in Druckrohrleitungen. — Das Kirchgemeindshaus Zürich-Wollishofen (mit Tafeln 1 und 2). — Strömender oder schiessender Abfluss? — Oelheizung bei Dampfkesseln und Zentralheizungen. — Eidgenössische Technische Hochschule. — Miscellanea: Lokomotive mit Phasenumformer der österreichischen Bundesbahnen. Entgleisung auf der Centovalli-Bahn. Gerüstesturz am

„Pont Butin“. Bodensee-Regulierung. Eine Segantini-Gedächtnisausstellung. Eidgenössische meteorologische Kommission. Rheinkraftwerk Kembs. Rheinregulierung Strassburg-Basel. — Nekrologie: W. Dick. — Konkurrenzen: Bebauungsplan für Saint-Maurice. Neubau der Peterskirche samt Pfarrhaus in Freiburg. Schulhaus in Cortailod. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Schweizer. Ing. und Arch.-Verein. S. T. S

Band 84. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 4.

## Flügel-Wassermessungen in Druckrohrleitungen.

Von Ing. H. Dufour, Lausanne.<sup>1)</sup>

Die zuverlässigen Fortschritte in der Konstruktion von Wasserturbinen mit hohen Wirkungsgraden und die rationelle Ausnützung von Wasserkraftwerken sind nur mit Hilfe von genauen Messungen an den Betriebsturbinen selbst möglich. Die Schwierigkeiten aller Art, die sich aber gerade bei Wasserkraftwerken der Vornahme von genauen Messungen und besonders von Wassermessungen entgegenstellen, sind allgemein bekannt, und es hat der Schweizerische Ingenieur- und Architekten-Verein, durch die Bildung der Kommission für Wassermessung-Normen, sein grosses Interesse für diese Frage bekundet.

Schon vor vielen Jahren (1908) bin ich anlässlich der Uebergabeveruche dreier Turbinen, bei denen sich sonst keine Gelegenheit für die Wassermessungen bot, auf die grosse Zweckmässigkeit von Flügel-Wassermessungen in Druckrohrleitungen gekommen. Da dieses Messverfahren, das bis jetzt in der Fachliteratur nur wenig oder vielleicht nie behandelt worden ist, mit den Jahren vervollkommen und ausprobiert werden konnte, wobei recht bemerkenswerte Feststellungen gemacht wurden, dürfte es heute entschieden mehr Beachtung als bisher verdienen. Es sei mir deshalb gestattet, hier einiges darüber zu berichten.

Bei Wasserkraftwerken bieten oft die Zu- und Ablaufkanäle, weil sie beispielsweise unterirdisch oder sonst unzugänglich sind, starke Krümmungen oder unregelmässige Profile aufweisen, weil sich am Wasserschloss ein Ueberlauf, eine undichte Leerschütze befindet, oder, besonders bei Unterkanälen, Quellen auftreten usw., keine für Wassermessungen geeignete Stellen. Es kommt oft vor, dass die sonst für Messungen geeigneten Kanäle das Wasser von einer Anzahl Turbinen führen, von denen aber nur eine oder ein Teil derselben für die Messungen in Anspruch genommen werden kann, während die übrigen den Betrieb mit wechselnden Belastungen aufrecht erhalten müssen, sodass einwandfreie Wassermessungen wegen der vorkommenden Schwankungen ausgeschlossen sind. In solchen Fällen kann die Flügelmessung in einer Druckrohrleitung Vorteile allgemeiner Natur aufweisen, die schon an dieser Stelle erwähnt werden sollen.

Es ist ohne weiteres verständlich, dass der Querschnitt einer Druckrohrleitung eine genau bestimmbare und gleichbleibende Grösse hat, ferner, dass das in einer solchen Leitung mit geradliniger Axe fließende Wasser nur eine positive Richtung haben kann. Bei den Flügelmessungen in Druckleitungen sind also zunächst zwei, den Flügelmessungen in Kanälen und besonders in den Einläufen aller Art, störende Faktoren, der veränderliche Wasserquerschnitt und die unzulässigen Strömungswirbel, ausgeschaltet. Schon bei Werken mit nur einer Rohrleitung können somit die Messungen im Innern derselben den an Kanalmessungen haftenden Schwierigkeiten ausweichen. Bei Werken mit zwei oder mehr Rohrleitungen lassen sich die Verhältnisse der Versuchsturbine speisenden Rohrleitung meistens leicht für eine einwandfreie Wassermessung gestalten. Ideale Verhältnisse bringen die Wassermessungen in Druckrohrleitungen bei Anlagen in denen jede oder je zwei Turbinen durch eine Rohrleitung gespeist werden.

Gegenüber den üblichen Flügelmessungen in offenen Kanälen weisen jene in Druckrohrleitungen noch einige besondere Vorteile auf, die aber besser erst nach ihrer nähern Beschreibung besprochen werden sollen.

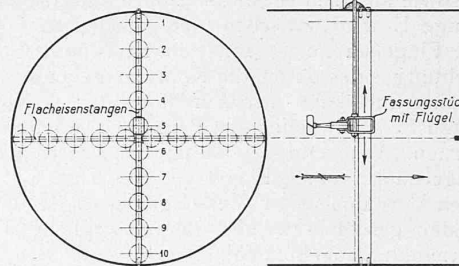
Es entstehen nun die Fragen: wo soll die Messtelle auf der Rohrleitung angenommen werden? Wie und an welchen Stellen des Rohrquerschnittes sollen die Wassergeschwindigkeiten gemessen, ferner ob und wie kann aus diesen Geschwindigkeiten die genaue durchfliessende Wassermenge ermittelt werden?

Die erste Frage ist leicht zu beantworten; die Wassermessung an sich wird um so einwandfreier sein, als der Rohreinlauf sachgemäss ausgeführt ist und die Messtelle weit entfernt von diesem Einlauf oder von Krümmungen gewählt werden kann.

Die übrigen Fragen werde ich versuchen, durch die nachstehende Beschreibung der Messeinrichtungen mit dem von mir benützten Rechnungsverfahren, ferner an Hand einer Anzahl unter den verschiedensten Verhältnissen durchgeführten Messungen zu beantworten.

Abbildung 1 zeigt die sehr einfache Einrichtung, wie ich sie bis jetzt an Ort und Stelle ausgeführt und für die Messungen verwendet habe. Sie besteht aus einer in der vertikalen Ebene und senkrecht zur Rohraxe an den Rohrwandungen befestigten Flacheisenstange, auf die ein Fassungsstück mit dem Flügel durch ein ausserhalb der Rohrleitung verlängertes Gasrohr verschoben werden kann. Das Fassungsstück hat beidseitig Anschläge, sodass die Aussenkanten der Flügelschaufel bis auf wenige Millimeter an die Rohrwände gelangen können, ohne diese zu berühren; das Signalkabel ist im Gasrohr untergebracht. Durch Verschieben des mit einem Zeiger versehenen Gasrohrs wird der Flügel in die gewählten, auf die Latte übertragenen Stellungen gebracht, und die Wassergeschwindigkeit daselbst in gewohnter Weise aufgenommen. Bei Anwendung einer zweiten horizontal angebrachten Einrichtung, wie in Abb. 1 angegeben, können die Wassergeschwindigkeiten noch in einem andern, senkrecht zum ersten stehenden Durchmesser aufgenommen werden.

Abb. 1.  
Einfache  
Anordnung  
zur Flügel-  
Wassermessung  
in einer  
Rohrleitung.



Diese Einrichtung wurde bis jetzt bis zu einem Rohrdurchmesser von 3,5 m und Wassergeschwindigkeiten von 3,3 m/sek verwendet und hat sich recht gut bewährt. Sie ist in der Herstellung billig und, für Kraftwerke mit reinem Betriebswasser, die nur die einmaligen Turbinen-Abnahmeversuche in Aussicht zu nehmen haben, sehr zweckmässig. Ihr Einbau, und nach den Messungen ihr Abbau, bedingt aber jedesmal die Entleerung der Rohrleitung und das Eindringen in diese, was manchmal recht schwierig und nur durch ein besonderes hierzu ausgeschnittenes Mannloch mit Steigleiter möglich ist.

Bei Kraftwerken, die, wie dies immer häufiger wird, mit möglichst zweckmässigen Kontrolleinrichtungen versehen werden, ist es wünschenswert, die Turbinen sowie

<sup>1)</sup> Bisher in Basel wohnhaft gewesen.

## FLÜGELWASSERMESSUNGEN IN DRUCKROHRLEITUNGEN.

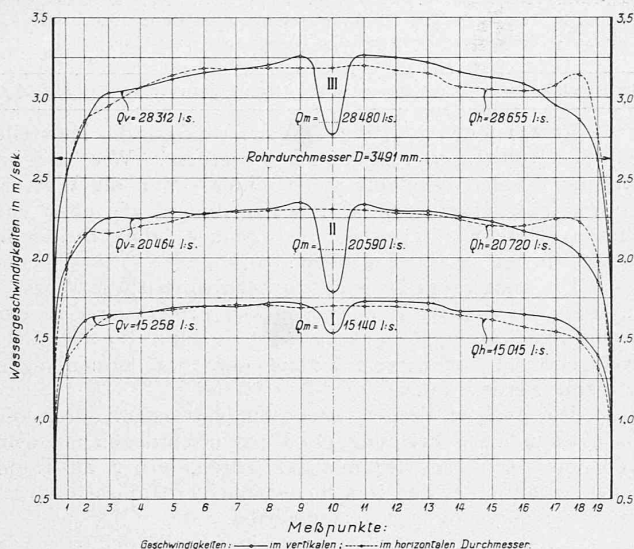


Abb. 4. Kurven der Wassergeschwindigkeiten in einer Druckleitung von 3491 mm Durchm., aufgenommen mit einer Einrichtung nach Abb. 1.

gewisse Messeinrichtungen wie Ueberfälle, Wassermesser, jederzeit möglichst leicht und namentlich ohne Entleerung der Rohrleitung prüfen bzw. eichen zu können. Zu diesem Zweck dient die Einrichtung nach Abbildung 2. Sie besteht aus zwei auf der Rohrleitung dicht befestigten Absperrschiebern A, mit Untersatzringen B, die den feststehenden Teil der Einrichtung bilden. Der bewegliche Teil, der nur für die Messungen angebracht wird, umfasst einen Hut C mit dem Abschluss- und Führungsdeckel D und seiner Stange E, den Flügel F mit seiner Stange G und die Einstelllatte H.

Die Arbeitsweise bei den Messungen ist die folgende: Nachdem der Flügel auf der Stange befestigt und ganz in den Hut gezogen worden ist, wird dieser auf dem geschlossenen Absperrschieber genau in der vorgesehenen Lage befestigt. Sodann kann dieser Schieber geöffnet werden, die Flügelstange nach innen verschoben und der Abschlussdeckel an seinen Platz gebracht werden. Die gabelartige Traverse J des Deckels D sitzt passend und fest um die hierzu geformten Nasen K des Untersatzringes B, sowie auf dem Blech der Rohrleitung selbst; die Deckelstange E wird zwischen den Flacheisen L festgeklammert. Die Flügelstange ist somit in M, N und O genau in der Richtung eines durch die Rohraxe gehenden Durchmessers geführt und kann zur Aufnahme der Wassergeschwindigkeiten in jeden beliebigen Punkt des Durchmessers gebracht werden. Während den Messpausen werden Deckel D und Flügelstange samt Flügel in den Hut C zurückgezogen. Nach Vornahme aller Messungen wird der Absperrschieber wieder geschlossen und der bewegliche Teil der Messeinrichtung abgenommen.

Wie aus Vorstehendem und den Abb. 1 und 2 zu ersehen, sind die Flügel genau geführt; ihre Axen sind somit stets parallel zur Rohraxe d. h. zur Fliessrichtung und können bei Kontrollmessungen, die in wichtigen Fällen immer zu empfehlen sind, genau in die Lage der ersten Messung zurückgebracht werden. Das Bewegen und die Einstellung der Flügelstange geht sehr leicht und rasch vor sich, was bekanntlich bei Turbinenversuchen und Wassermessungen überhaupt immer von Vorteil ist. Von Wert ist, dass sowohl die ganze Handhabung des beweglichen Teiles der Einrichtung als die Messungen selbst, bei allen Wassergeschwindigkeiten, und ohne irgend welche Beeinträchtigung des Turbinenbetriebes stattfinden können, ferner der sich ohne weiteres ergebende Vergleich der zwei Flügel, die, in die Rohraxe gebracht, die gleichen Wassergeschwindigkeiten ergeben sollen. In Bezug auf bequeme, präzise

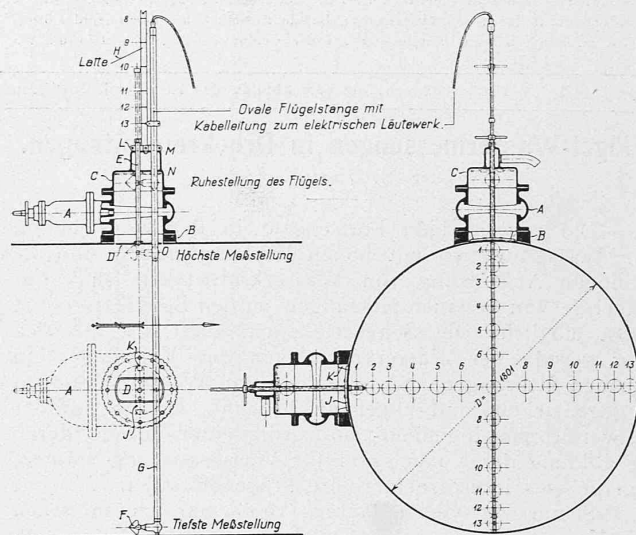


Abb. 2. Vervollkommnete Einrichtung zur Flügel-Wassermessung in einer Rohrleitung. Ein- und Ausbau ohne Entleeren der Leitung.

und rasche Durchführung von Wassermessungen dürfte deshalb dieses Verfahren den üblichen Flügelmessungen in offenen Kanälen, deren Vorbereitung und Durchführung immer etwas umständlich sind, entschieden überlegen sein.

Abbildung 3 zeigt eine Messtation auf zwei nebeneinander liegenden Druckrohrleitungen, von denen noch die Rede sein wird. Sichtbar sind die Messeinrichtungen über jeder der zwei Rohrleitungen und, seitlich der rechtsstehenden, unter den zwei Balken ein Absperrschieber.

Abbildung 4 gibt die in einer Rohrleitung von 3491 mm Lichtweite, mit zwei auf Flacheisenstangen geführten Flügeln (Einrichtung wie Abb. 1), bei drei verschiedenen Durchflusswassermengen, und Abb. 5 die in zwei Rohrleitungen (Abb. 3) von je 1801 mm Lichtweite, mit zwei nach Abb. 2 eingebauten Flügeln, bei fünf verschiedenen Durchflusswassermengen aufgenommenen Geschwindigkeiten wieder.

Die Berechnung der Durchflusswassermengen erfolgte bis jetzt für jeden Flügel, bzw. nach den Geschwindigkeits-Aufnahmen im vertikalen und im horizontalen Durchmesser getrennt. Wie aus Abbildung 6 ersichtlich, ist der Gang dieser zum Teil graphischen Berechnung einfach. Die auf die Abszissen 6-8 bis 1-13 aufgetragenen Geschwindigkeiten stellen die Mittelwerte der aus der Kurve  $Q_v = 7860$  (Abb. 5), entnommenen Geschwindigkeiten in den Punkten 7, 6 und 8, usw. bis 1 und 13 dar. Aus dieser Kurve werden die Leitpunkte sowie alle zweckmässig erscheinenden Zwischenpunkte der Produktkurve  $2 \cdot \pi \cdot r \cdot v \cdot dr$  berechnet, die die schraffierte Fläche der gesuchten Wassermenge umschliesst.

\*

Eine kurze Mitteilung über die einzelnen, im Laufe der Jahre durchgeführten Reihen von Wassermessungen in Druckrohrleitungen soll noch ein Urteil über die Brauchbarkeit dieses Messverfahrens ermöglichen.

1. Bei den Uebergaberversuchen dreier Turbinen des Kraftwerkes Dalsfos bei Kragerö, in Norwegen, gebaut für je  $Q = 10 \text{ m}^3/\text{sek}$ ,  $H = 21,5 \text{ m}$ , l. W. (lichte Weite) der drei Rohrleitungen 2400 mm, im Jahre 1908, einigte ich mich mit dem Abnehmer, da er sich für die vorgesehenen Messungen am Rohreinlauf, wegen der Kosten der Vorbereitungen nicht entschliessen konnte, auf die Vornahme der Wassermessungen in einer der drei Rohrleitungen, wie nach Abb. 1, im vertikalen Durchmesser, unter Anerkennung der Messergebnisse, wenn die Garantiewerte erreicht würden. Dies traf zu, ausserdem war der festgestellte mittlere Wirkungsgrad um 1,4% höher als der eines in der





Abb. 3. Messtation für Flügel-Wassermessungen entspr. Abb. 2 auf zwei nebeneinanderliegenden Druckrohrleitungen von je 1801 mm Lichtweite.

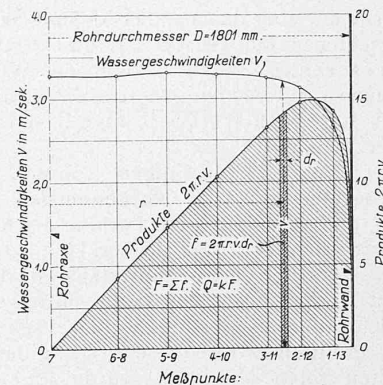
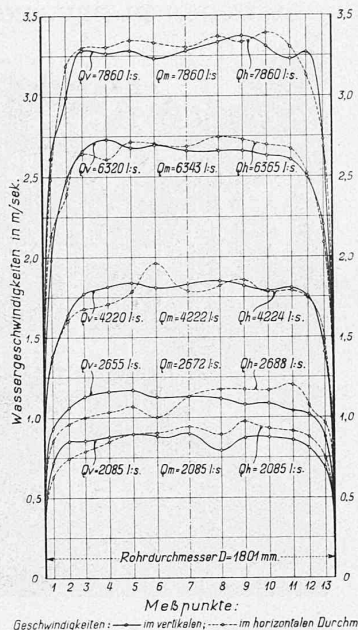


Abb. 6. Rechnungsverfahren für die Ermittlung der Durchfluss-Wassermengen aus den Kurven der Wassergeschwindigkeiten nach Abb. 5.  $Q_m = 7860 \text{ l/sec}$ .

Abb. 5 (links). Kurven der Wassergeschwindigkeiten in einer der Druckleitungen von Abb. 3.

Versuchsanstalt (Wassermessung mit Schirm, Leistungsmessung mit Prony'schem Zaum) untersuchten Rades gleichen Typs und gleicher Grösse. Der höhere Wirkungsgrad ist durch die günstigere Entwicklung des Saugrohres der Betriebsturbine begründet.

2. Dies gab mir im Jahr 1910 Veranlassung, das gleiche Messverfahren bei den Uebergaberversuchen dreier Turbinen des Kraftwerkes Molinar, in Spanien<sup>1)</sup> gebaut für je  $Q = 10,5 \text{ m}^3/\text{sek}$ ,  $H = 66,0 \text{ m}$ , l. W. der Rohrleitungen 2250 mm, Messung wie Abb. 1, im vertikalen Durchmesser, anzuwenden. Die erhaltenen Wirkungsgrade stimmten sehr gut überein (d. h. mit 1% Unterschied) mit den erwarteten und denen einer im Jahr 1907 mit Schirm-Wassermessung untersuchten grossen Turbine des Kraftwerkes Svaelfos bei Notodden, in Norwegen<sup>2)</sup>, gebaut für  $Q = 21,4 \text{ m}^3/\text{sek}$ ,  $H = 45 \text{ m}$ , ungefähr gleicher spezifischen Drehzahl und Konstruktion.

3. Im Jahr 1911 konnten im Kraftwerk Florida-Alta, in Chile<sup>3)</sup>, die Wirkungsgrade von vier mit je einer Rohrleitung von 1430 mm l. W. gespeisten Turbinen, für je  $Q = 4,0 \text{ m}^3/\text{sek}$ ,  $H = 95,5 \text{ m}$ , mit Messung wie Abb. 1 im vertikalen Durchmesser, in verschiedenen Stadien der Abnutzung genau untersucht werden<sup>4)</sup>. Die Wirkungsgrade der Turbine mit nahezu neuen Leit- und Laufrädern waren nur 1 bis 2% niedriger, als die des gleichen Radtyps in einer anderen Anlage, wo die Wassermessung mit Ueberfall nach Bazin und die Leistungsmessung mit Prony'schem Zaum erfolgt waren<sup>5)</sup>.

4. Endlich hatte ich im Jahr 1912 Gelegenheit, bei den Uebergaberversuchen dreier Turbinen des Kraftwerkes Lienfos bei Notodden, in Norwegen<sup>6)</sup>, gebaut für je  $Q = 30,0 \text{ m}^3/\text{sek}$ ,  $H = 16,4 \text{ m}$ , l. W. der Rohrleitung 3491 mm, Wassermessungen nach Abb. 1 in zwei Durchmessern vorzunehmen. Die Geschwindigkeitskurven und die daraus errechneten Wassermengen sind in Abb. 5 angegeben. Diese erste Messung in zwei Durchmessern von bedeutenden Abmessungen zeigte schliesslich, was die Ergebnisse der früheren Messungen vermuten liessen, nämlich, dass die

die zwar sorgfältig vorbereitet waren, dann aber leider, wegen den Anforderungen des Kraftwerkbetriebes, in verhältnismässig kurzer Zeit erfolgen mussten, kann die Uebereinstimmung der Durchflusswassermengen nach den Messungen im vertikalen und im horizontalen Durchmesser als sehr gut bezeichnet werden. Eine Einigung zwischen Abnehmer und Lieferant auf einen Mittelwert war leicht erreicht, dies umso eher, als der erzielte mittlere Wirkungsgrad mit dem eines Rades dieser Turbine, in der Versuchsanstalt geprüft, auf weniger als 1% genau übereinstimmte und die Garantiewerte um 2,5% überschritten waren.

5. bis 8. Nach diesen vier ersten Reihen von Messungen erfolgten in den Jahren 1912/14 in den Kraftwerken Molinar<sup>7)</sup> 21600 PS, Hogstad-Sleimdal bei Skien in Norwegen 4000 PS und im Dhronkraftwerk der Stadt Trier rd. 6000 PS, vier weitere Reihen, die alle unzweideutig die gleich guten Uebereinstimmungen ergaben.

9. Im Jahr 1914 wurden die Wirkungsgrade einer im Jahre 1911 mit Schirmmessung geprüften, seither aber unverändert gebliebenen Turbine des Kraftwerkes Rjukan I, in Norwegen<sup>8)</sup>, gebaut für  $H = 280 \text{ m}$ ,  $N_e = \text{rd. } 15000 \text{ PS}$ , durch Messungen wie Abb. 1, im vertikalen Durchmesser kontrolliert. Die nachstehende Tabelle zeigt die ebenfalls sehr gute Uebereinstimmung der Versuchsergebnisse.

| Düsenhub<br>mm | Wassermenge<br>m <sup>3</sup> /sek |      | Generator-<br>Leistung<br>kW |       | Gesamtwirkungsgrad<br>von Rohrleitung,<br>Turbine u. Generator<br>in % |        |
|----------------|------------------------------------|------|------------------------------|-------|------------------------------------------------------------------------|--------|
|                | 1911                               | 1914 | 1911                         | 1914  | 1911                                                                   | 1914   |
| 36,5           | 2150                               | 2153 | 4500                         | 4528  | 74,1 %                                                                 | 74,2 % |
| 59,0           | 3208                               | 3170 | 6820                         | 6860  | 75,1 %                                                                 | 76,3 % |
| 90,5           | 4290                               | 4290 | 9140                         | 9160  | 75,2 %                                                                 | 75,3 % |
| 120,0          | 5032                               | 4924 | 10520                        | 10460 | 73,9 %                                                                 | 74,9 % |

Bei den Abnahmeversuchen des Kraftwerkes Rjukan II<sup>9)</sup>, 9 Turbinen mit  $H = 250 \text{ m}$  und je 16400 PS, im Frühjahr 1916, habe ich auch eine Einrichtung nach Abb. 1, in zwei senkrecht zu einander stehenden, wegen den Raumverhältnissen um 45° geneigten Durchmessern verwendet. Ausführliche Angaben über diese Wassermessungen stehen

<sup>1)</sup> Kraftwerk und Versuche beschrieben in der „Z. V. D. I.“ vom 27. Juli und 3. August 1912.

<sup>2)</sup> Kraftwerk und Versuche beschrieben in „Z. V. D. I.“ vom 8. Mai 1909.

<sup>3)</sup> „Zeitschrift für das gesamte Turbinenwesen“ vom 30. Juni und 10. Juli 1916.

<sup>4)</sup> „Bulletin technique“ vom 21. Februar 1920. „S. B. Z.“ Bd. 78, S. 323, 31. Dezember 1921.

<sup>5)</sup> „Z. V. D. I.“ vom 2. November 1912.

<sup>6)</sup> „Z. V. D. I.“ vom 8. Juni 1912.

<sup>7)</sup> „Bulletin technique“ vom 21. Februar 1920.

<sup>8)</sup> Kraftwerk und Versuche beschrieben in „Z. V. D. I.“ vom 31. Okt., 7. und 21. November 1914.

<sup>9)</sup> Kraftwerk beschrieben in „Z. V. D. I.“ vom 26. März 1921.

mir nicht mehr zu Verfügung; bekannt wurde mir aber damals, dass die mit Schirm geeichten im Jahr zwischen 47 und 56 m<sup>3</sup>/sek schwankenden Wassermengen des Werkes Rjukan I mit denjenigen des direkt unterhalb liegenden Werkes Rjukan II sehr gut übereinstimmten.

10. Weitere Messungen konnten erst wieder im Jahr 1918 vorgenommen werden, und zwar mit einer Turbine des Kraftwerkes Klösterli, gebaut für  $H = 220$  m,  $N_e = 3500$  PS, deren Schluckfähigkeit durch Prof. Dr. R. Mellet in Lausanne, mittels einer Salzlösungsmessung, zu 1514,5 l/sek vorher ermittelt worden war. Dank der erzielten guten Mischung wurde für diese Messung eine Genauigkeit von 0,5% garantiert. Die mit zwei Einrichtungen wie Abb. 2, in vertikalen Durchmessern zweier Rohrleitungen von 995 und 1011 mm Durchmesser, welche die Turbine gleichzeitig speisen, vorgenommenen Flügelmessungen, ergaben für die zwei Rohrleitungen 818 und 695 l/sek, also für die Turbine zusammen 1513 l/sek, d. h. eine absolute Übereinstimmung mit der Salzlösungsmessung von Herrn Dr. Mellet.

11. Zum Schluss sei noch über eine interessante, die früher festgestellte Übereinstimmung glänzend bestätigende Reihe von acht Messungen berichtet. Sie fanden in den zwei Rohrleitungen von 1801 mm l. W. der „Usine Electrochimique du Giffre“, Hoch-Savoyen, mit zusammen  $Q = 16$  m<sup>3</sup>/sek bei  $H = 69$  m, mit der Einrichtung nach Abb. 2, also in zwei Durchmessern statt; ihr Zweck war die Bestimmung des Wasserverbrauches verschiedener Turbinen und Turbinengruppen. Diese Messungen wurden sorgfältig vorbereitet, mit Rücksicht auf den Betrieb mussten aber einzelne derselben schneller als wünschenswert durchgeführt werden, wodurch ihre Genauigkeit, wie es sich bei der Auswertung zeigte, etwas gelitten zu haben scheint.

Die bereits erwähnten Abb. 2, 3, 5 und 6 beziehen sich auf diese Messungen, und die nachstehende Tabelle gibt eine Zusammenstellung der Ergebnisse dieser rein internen Betriebsmessungen.

Die in vorstehenden Ausführungen erwähnten elf Reihen von Flügel-Wassermessungen in Druckrohrleitungen sind nicht eine Auswahl, sondern alle die von mir zwischen 1908 und 1923 durchgeführten Messungen dieser Art. Sie wurden in Rohrdurchmessern zwischen 995 und 3491 mm und mit Geschwindigkeiten zwischen 0,25 und 3,3 m/sek, in Abständen des Rohreinlaufes oder des letzten oberhalb der Messstelle befindlichen Krümmers von mindestens 15 m vorgenommen. Bei den Anlagen der Messreihen 1, 3, 4,

| Nummer der Messung                                                                      | I    | II    | III   | IV    | V     | VI     | VII   | VIII |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|------|
| Wassermenge nach der Messung im vertikalen Durchm. l/sek                                | 2085 | 2200  | 2201  | 2348  | 2655  | 4220   | 6320  | 7860 |
| Wassermenge nach der Messung im horizontalen Durchm. l/sek                              | 2085 | 2218  | 2270  | 2298  | 2688  | 4224   | 6365  | 7860 |
| Mittlere Wassermenge l/sek . . . . .                                                    | 2085 | 2209  | 2235  | 2323  | 2672  | 4222   | 6343  | 7860 |
| Differenz zwischen der mittl. Wassermenge und den Wassermengen in einem Durchmesser . . | 0 ‰  | 0,4 ‰ | 1,6 ‰ | 1,1 ‰ | 0,7 ‰ | 0,04 ‰ | 0,4 ‰ | 0 ‰  |

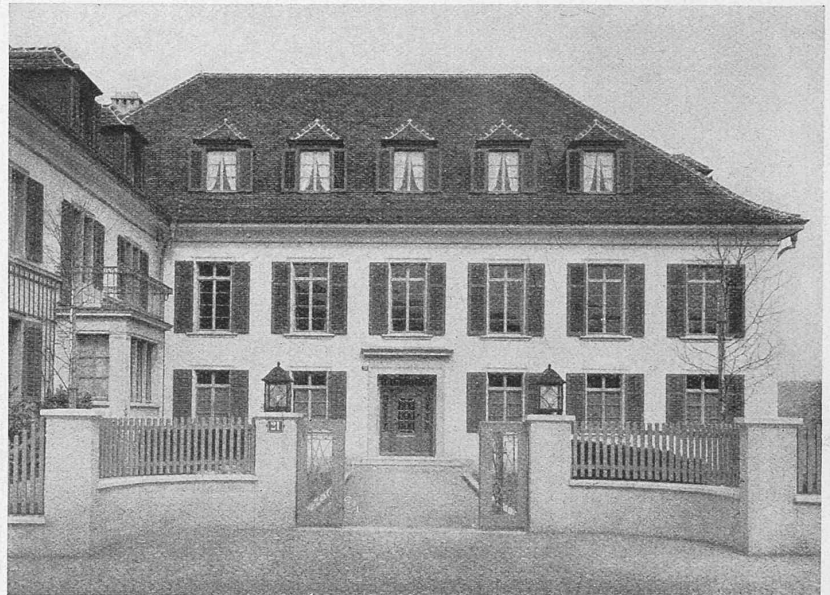


Abb. 3. Haupteingang zum Kirchgemeindehaus Wollishofen, links das Pfarrhaus.



Abb. 2. Frühere Giebelseite des Pfarrhauses. — Masstab 1 : 300.

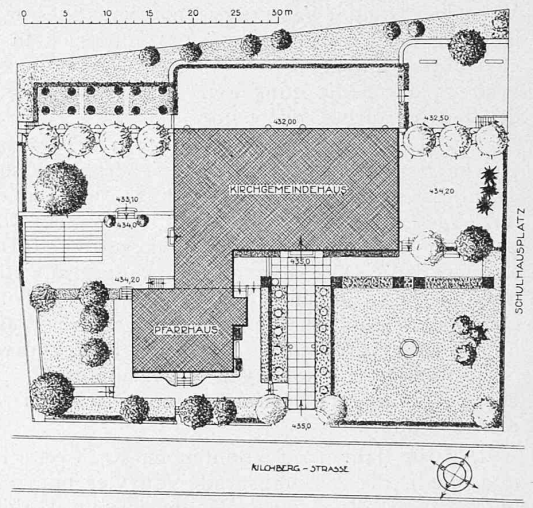


Abb. 1. Lageplan vom Kirch-Gemeindehaus Wollishofen. 1 : 800.

7, 8 und 10, waren die Rohreinläufe mit runden Kanten und gut trichterförmig, bei den Reihen 2, 5, 6 und 9 dagegen mit scharfen Kanten und nur wenig trichterförmig ausgebildet. Bei der Anlage der Messreihe 11 sind die Einlaufverhältnisse ausserordentlich ungünstig, indem die scharfkantigen Rohreinläufe mit Abschlusschütze an dem sehr kleinen Wasserschloss seitlich, d. h. senkrecht zur Fliessrichtung des ankommenden Wassers angeschlossen sind.

Aus diesem Bericht über eine grosse Anzahl von Messungen in den verschiedensten Verhältnissen dürfte die wichtige Tatsache hervorgehen, dass auch in Bezug auf Genauigkeit die Flügelmessungen in Druckrohrleitungen den bisher bekannten Wassermessverfahren mindestens ebenbürtig, ja, meiner Ansicht nach, sogar überlegen sind. Die Ergebnisse dieser Messungen bestätigen ferner die von erfahrenen Fachkollegen, wie z. B. dem geschätzten Oberingenieur unseres Wasserwirtschaftsamtes, Ingenieur O. Lutschg in Bern, vertretene Ansicht, dass wir im hydro-metrischen Flügel guter Konstruktion, bei sachgemässer Verwendung, ein vorzügliches Messinstrument besitzen. Bei solchen Wassermessungen für Turbinen-Abnahmeversuche dürfte in den meisten Fällen eine Genauigkeitstoleranz von 1% genügend sein; jedenfalls erscheint die bisher übliche Toleranz von 2% eher reichlich zu sein.<sup>10)</sup>

<sup>10)</sup> Drei zu verschiedenen Zeiten und Orten vorgenommene Eichungen meines Flügels ergaben Unterschiede von max. 0,3 bis 0,5 ‰.





STRASSENFRONT DER BAUGRUPPE, LINKS PFARRHAUS, RECHTS SAALBAU



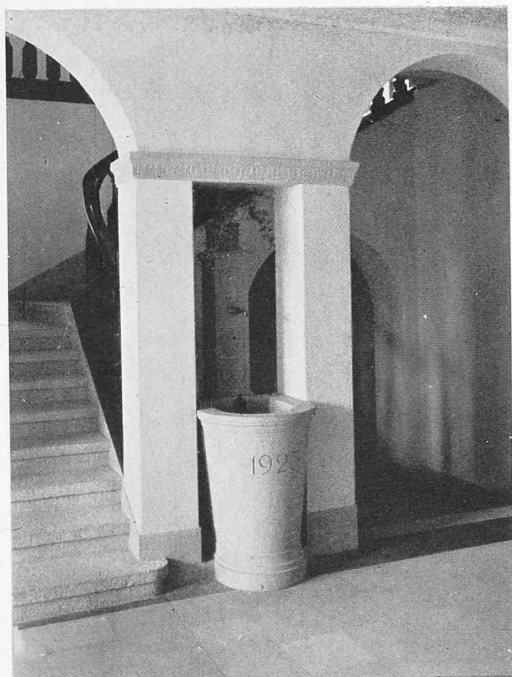
ANSICHT VON DER SEESEITE, LINKS SCHULHAUS, RECHTS SAALBAU

DAS KIRCHGEMEINDEHAUS ZÜRICH-WOLLISHOFEN

ARCH. PAUL FIERZ, ZÜRICH



UNTERRICHTS- UND GEMEINDESAAL IM OBERGESCHOSS



TREPPENAUFANG



SITZUNGSZIMMER

KIRCHGEMEINDEHAUS WOLLISHOFEN — ARCH. PAUL FIERZ

Aus den angeführten Messergebnissen dürfte ferner neu und bemerkenswert die Feststellung sein, dass bei allen bisher ausgeführten Messungen die in zwei senkrecht zueinander stehenden Durchmessern ermittelten Durchflusswassermengen praktisch genau die gleichen sind.

Eine genaue Kenntnis der Gesetze, die das in geschlossenen Rohrleitungen fließende Wasser regieren, wird vielleicht einmal nachweisen, dass diese Durchflussmengen die gleichen sein müssen. Mögen vorstehende Ausführungen einen Beitrag zur Erforschung dieser Gesetze liefern und eine Anregung sein für die Vornahme von weitem Flügel-Wassermessungen in Druckrohrleitungen.

### Das Kirchengemeindehaus Zürich-Wollishofen.

Architekt Paul Fierz, Zürich 2.  
(Hierzu Tafeln 1 und 2.)

Das schlichte, bürgerliche Haus, das hier gezeigt wird, ist das Endergebnis eines Wettbewerbes (siehe „S. B. Z.“ vom 12. November 1921), aus dem der Erbauer als Sieger hervorgegangen war, und zwar mit einem Entwurf, Motto „Sparsam“, der im wesentlichen, vorab in der Gebäude-Gruppierung, der Ausführung entspricht.

Sparsam ist bei der Ausführung die Devise geblieben, aber was der noch junge Architekt unter dieser Beschränkung der Geldmittel, dazu noch unter den äusseren Bindungen der Situation zustande gebracht hat, ist höchst erfreulich. Die Hauptschwierigkeit der Situation (Abb. 1, S. 42) lag in der Notwendigkeit, den Neubau zwischen das vorhandene Schulhaus mit leider sehr flachem Walmdach und das Pfarrhaus, ein nüchternes Giebelhäuschen (Abb. 2), dazu noch auf abschüssigem Gelände, einzufügen. Wie er dies gemacht hat, war schon vom Preisgericht (Fierz, Häfeli und Herter) als gute Ueberleitung anerkannt worden: Das höher

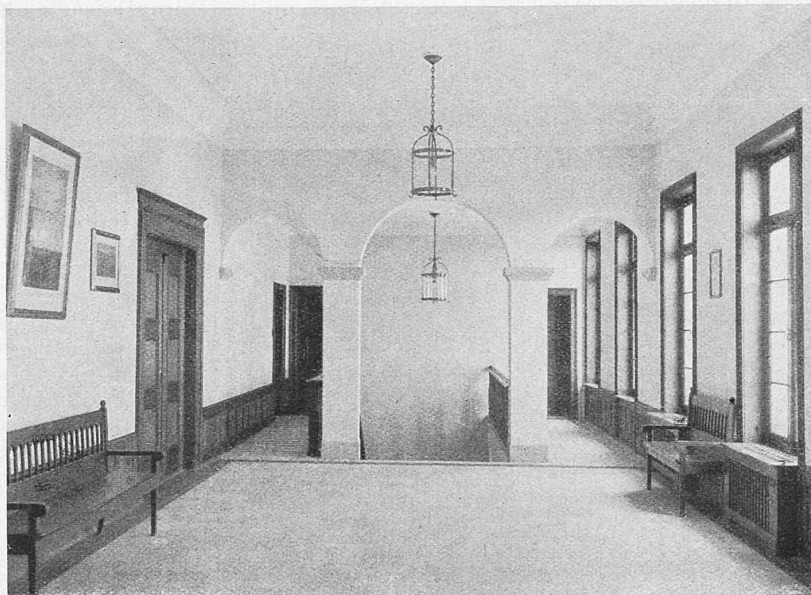


Abb. 8. Vorhalle des Gemeindesaales im I. Stock.

kommt, sodass über die Zweckbestimmung völlige Klarheit herrscht. Zusammengefasst wird dann wieder das Ganze durch einheitliche Farben des hellen Putzes, graugrüner Läden und dunkler Dächer, sowie einheitliche Einfriedigung, einschliesslich des Schulhauses. Wird erst noch die seeseitige Lücke zwischen Schul-Terrasse und Saalbau (Tafel 1, unteres Bild) durch mässig gehaltene Baumkronen geschlossen sein, dann ist alles unter den vorliegenden Verhältnissen Mögliche erreicht.

Im übrigen sprechen die Pläne und Bilder für sich. Hingewiesen sei noch auf die erfreuliche Einheitlichkeit und Klarheit des Bauprogramms, wie es den Grundrissen abzulesen ist, eine Klarheit, die der Verwirklichung sehr zustatten gekommen ist; man denke nur an Wipkingen („S. B. Z.“ vom 14. bis 28. Juli 1923). Eine unerwünschte Programmforderung war die Unterteilungsmöglichkeit des Gemeindesaales, die zur Beschneidung unseres Bildes auf Tafel 2 oben nötigte; in Wirklichkeit ist indessen der Raumeindruck des rund 4 m hohen und bis oben in dunkel gebeiztem Tannenholz getäferten Saales ein vorzüglicher. Da er gelegentlich auch für Tischbestuhlung, im hintern Teil bei geschlossener Trennungswand dagegen als Unterweisungszimmer zu dienen hat, ist die Bestuhlung durch kurze, frei aufgestellte Bänke vorgenommen worden, deren Rücklehne nach hinten konsolartig ein schmales Abstell-

brett erhielt, und die durch Verschiebung beliebige Anordnungen ermöglichen. Die Tische, mit Klappfüssen, sind im Nebenraum der Theeküche aufbewahrt, somit rasch zur Hand.

Die Baukosten erreichten, bei guter aber sehr sparsamer Ausführung, 1923,

rund 450 000 Fr., entsprechend rd. 70 Fr./m<sup>3</sup>; dabei ist im Dachstock eine sehr geräumige Abwart- bzw. Sigristenwohnung untergebracht. Das Kellergeschoss enthält seeseitig ebenfalls noch für öffentliche Zwecke nutzbare Räume. Die sachliche Ordnung der terrassierten Umgebung erhöht noch den guten Eindruck des Ganzen.

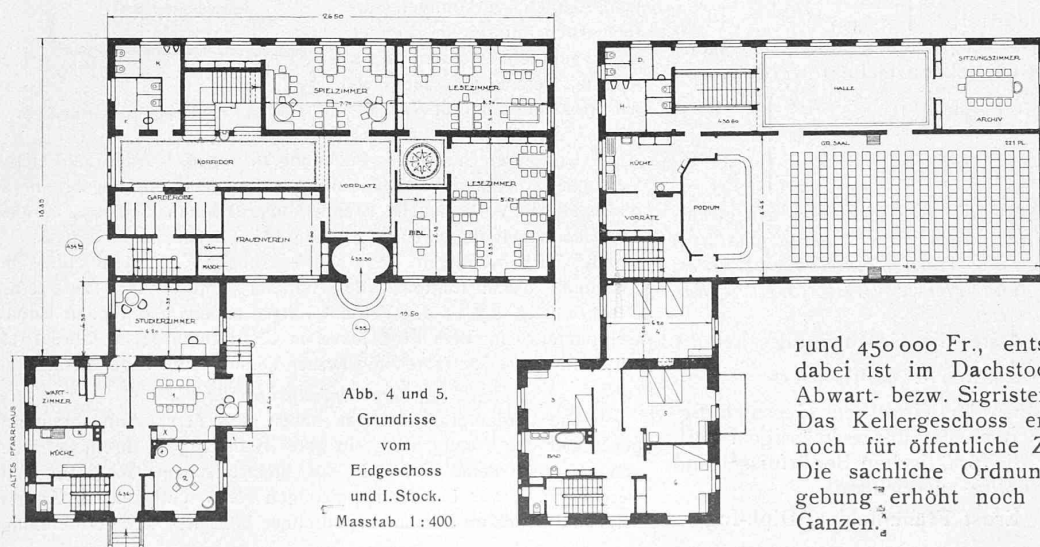


Abb. 4 und 5.  
Grundrisse  
vom  
Erdgeschoss  
und I. Stock.  
Masstab 1:400.