

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 35 (1944)  
**Heft:** 2

**Artikel:** Die Eichung von Manometern  
**Autor:** Gerber, Hans  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1061543>

### **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:** 03.04.2025

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

*Zwehl A.*: Verbindungsverfahren für Aluminiumkabel; Aluminium, Januar 1941, S. 41...46.

*Raabe W.*: Schweißen von Kabeln aus Leichtmetall für die Licht- und Kraftstromversorgung; Autogene Metallbearbeitung, Bd. 34 (1941), Nr. 23, S. 375...376.

*Sachs K.* und *Noack G.*: Zeitgemässe Werkstofffragen; Brown-Boveri-Mitt., Januar/März 1942, S. 78...83.

*Stender K.*: Untersuchungen an Klemmen für Aluminiumkabel; Aluminium, Bd 24 (1942), S. 185...187.

Kleinschweißgeräte mit Lichtbogenschweißung; ETZ, Bd. 63 (1942), S. 448.

*Günther H.*: Das Litzenschweißverfahren; ETZ, Bd. 63 (1942), Nr. 49/50, S. 587...591.

Messung des Uebergangswiderstandes zwischen Kupfer und Aluminium in plattierten Blechen; Aluminium, Oktober 1942, S. 358...360.

*Riepl W.*: Verschweißen der Verbindungen an Freileitungen mit Reinaluminiumseilen; Elektrizitätswirtschaft, Bd. 41 (1942), S. 417...419.

*Willers E.*: Aluminiumverbindungen und Aluminiumkupferübergänge im Kabelbau; Elektrizitätswirtschaft, Bd. 42 (1943), Nr. 6, S. 124...127.

## Die Eichung von Manometern

Bericht an das Fachkollegium 4 des Schweizerischen Elektrotechnischen Komitees (CES), Wasserturbinen,  
von *Hans Gerber*, Zürich

531.787.089.6

*Zwischen den Angaben eines Gewichtsmanometers und der entsprechenden statischen Wassersäule sind Abweichungen festgestellt worden. Die Erscheinung lässt sich vorläufig nur bei Gefällen von rund 2000 m durch die Kompressibilität des Wassers erklären, während bei kleinern Gefällen teilweise erhebliche Differenzen auftreten.*

*Des écarts ont été constatés entre les indications fournies par un manomètre à contrepoids et la colonne d'eau statique correspondante. Pour l'instant, ce phénomène ne s'explique par la compressibilité de l'eau que pour les chutes de 2000 m environ, tandis que pour les chutes moins élevées les différences sont parfois considérables.*

Die Druckmessungen zur Bestimmung der Nettogefälle bei Abnahmeversuchen an Wasserkraftmaschinen werden gewöhnlich mit den handelsüblichen Federmanometern vorgenommen. Für die Eichung dieser Instrumente stehen die Manometer-Eichapparate mit Gewichtsbelastung zur Verfügung, die von den Herstellern der Manometer in den Handel gebracht werden. Fig. 1 zeigt einen von Escher Wyss besonders konstruierten, für Auswärtsversuche bestimmten transportablen Eichapparat mit Gewichtsbelastung für Federmanometer.

*ren Nettogefällen, als wenn die Ergebnisse der an Ort und Stelle mit Hilfe der statischen Wassersäule durchgeführten Eichungen verwendet wurden.*

Die systematische Sammlung der vorliegenden Eichungen zeigte, dass es sich nicht um Zufallsergebnisse handeln konnte. Um jeden Zweifel auszuschalten, der insbesondere den vorhandenen Manometer-Eichapparat betreffen konnte, wurde der in Fig. 1 dargestellte neue Manometer-Eichapparat mit einem auswechselbaren Kolben von 1 und 2 cm<sup>2</sup> Kolbenfläche konstruiert. Eine Reihe von Federmanometern wurde mit allen drei zur Verfügung stehenden Kolben geeicht, und die Ergebnisse deckten sich im Rahmen der Ablesegenauigkeit.

Bei Abnahmeversuchen im Ausland hatte der Verfasser Gelegenheit, bei einem Gefälle von 830 m mit einem Gewichtsmanometer «Marex» zu arbeiten, welches der Experte zur Verfügung gestellt und unmittelbar für die Gefällsmessung verwendet hatte. Die wiederholten Eichungen deckten sich gut und ergaben im Mittel eine Differenz von 3,55 m zwischen Gewicht und statischer Wassersäule. Das Ergebnis lag eindeutig in der Richtung der bisher indirekt mit Hilfe der Federmanometer festgestellten Unterschiede.

Um die Verhältnisse abzuklären, entschloss sich die Firma Escher Wyss, zwei Gewichtsmanometer selbst zu bauen, die ohne weiteres an Stelle von Federmanometern an die Turbinen angeschlossen werden können. Die Konstruktion dieser Manometer geht aus Fig. 2 hervor. Sämtliche verwendeten Gewichte wurden amtlich geprüft und der verwendete Kolben auf 1/100 mm genau geschliffen.

Diese beiden Gewichtsmanometer wurden nun in verschiedenen geeigneten Anlagen mit Hilfe des statischen Gefälles geeicht, und es sei an dieser Stelle den Unternehmungen, welche ihre Werke zu diesem Zwecke zur Verfügung stellten, der beste Dank ausgesprochen. Die Eichungen konnten bis zu dem Gefälle von 1740 m ausgedehnt werden. Die Ergebnisse sind in Fig. 3 dargestellt und mit den früheren Eichungen der Federmanometer verglichen:

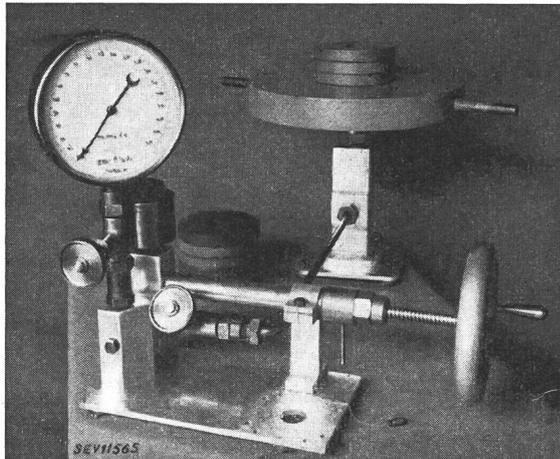


Fig. 1.  
Transportabler Manometer-Eichapparat  
mit Gewichtsbelastung

In Anlagen, welche über genaue Nivellements des Ober- und Unterwasserspiegels verfügten, ergab sich gelegentlich die Möglichkeit, die verwendeten Federmanometer auch mit dem statischen Gefälle bei vollständig ruhender Wassersäule zu eichen. Der Vergleich dieser statischen Eichungen mit Wassersäule mit den Gewichtseichungen im Laboratorium zeigte nun gewisse Differenzen, die abgesehen von einer unvermeidlichen Streuung immer in derselben Richtung hinwiesen:

*Die Berücksichtigung der Laboratoriumseichung mit Gewichtsbelastung führte durchwegs zu höhe-*

Für die zwei Escher-Wyss-Gewichtsmanometer ergibt sich eine ausserordentlich geringe Streuung, eine gute Uebereinstimmung mit dem fremden Gewichtsmanometer und ebenfalls ein sinngemässer Verlauf mit den frühern indirekten Vergleichen über die Federmanometer.

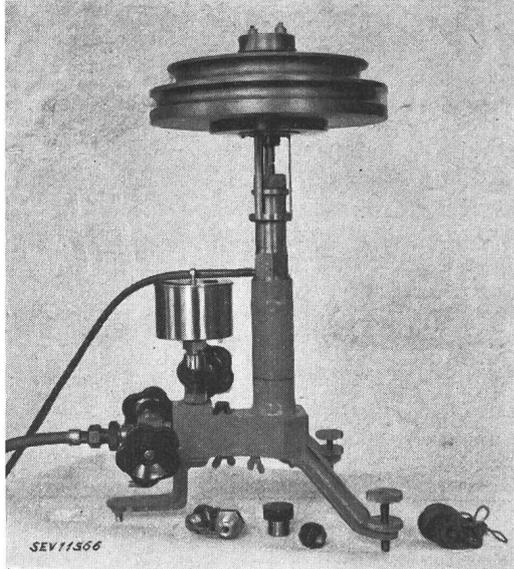


Fig. 2.

Gewichtsmanometer Escher Wyss

zum direkten Anschluss an die Turbineneinläufe an Stelle von Federmanometern

Zur Erklärung dieser Erscheinung wird man selbstverständlich in erster Linie die Kompressibilität des Wassers in Betracht ziehen. Im Handbuch «Landolt-Börnstein», physikalisch-chemische Tabellen, 1923, Seite 100, sind die Werte für verschiedene Druckstufen und verschiedene Temperaturen angegeben, allerdings für chemisch reines Wasser! Berechnet man mit Hilfe dieser Werte für die in Hochdruckwerken etwa vorhandene mittlere Wassertemperatur von 10° C die Veränderung des spezifischen Volumens und damit des spezifischen Gewichtes des Wassers, so ergibt sich die in Fig. 3 eingetragene theoretische Kurve, wobei sowohl der Barometerdruck längs der ganzen Wassersäule, als auch der Elastizitätsmodul des Wassers als konstant vorausgesetzt sind. Es zeigt sich folgendes:

Während die theoretische Kurve einen ungefähr quadratischen Verlauf aufweist, liegen die Ergebnisse der Vergleichsversuche mit den Gewichtsmanometern beinahe auf einer Geraden. Bei ca. 2000 m Gefälle schneiden sich die beiden Kurven. Bei kleineren Gefällen zeigen sich dagegen erhebliche absolute und prozentuale Unterschiede.

Das Fachkollegium 4 des Schweizerischen Elektrotechnischen Komitees, welches sich mit der Aufstellung von Schweizer Normen für die Versuche an Wasserturbinen beschäftigt, hat sich in der letzten Sitzung eingehend mit dieser Erscheinung befasst. Es ist vorgesehen, zur genaueren Abklärung weitere Messungen unter der Leitung von Prof. R. Dubs durchzuführen, unter gleichzeitiger theoretischer Verfolgung des Problems.

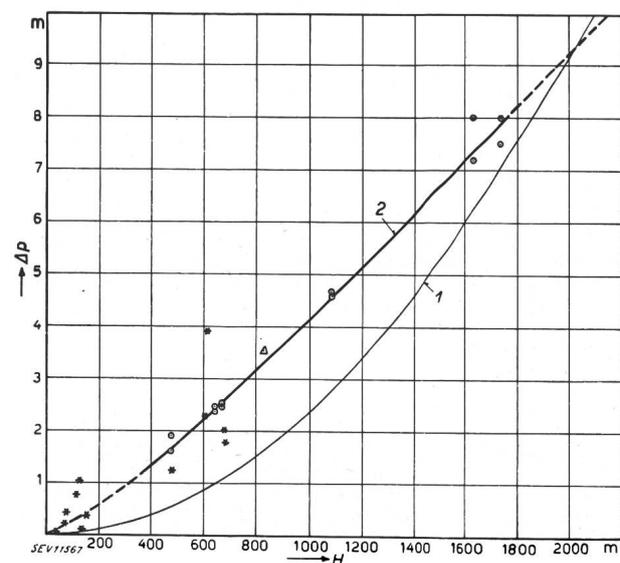


Fig. 3.

Differenzen zwischen statischer Wassersäule und Gewichtslastung

$H$  Statisches Gefälle

$\Delta p$  Differenz zwischen statischer Wassersäule und Gewichtslastung

1 Kompressibilitätskurve des Wassers bei 10° C, vorausgesetzt, dass oben und unten gleicher Luftdruck und konstanter Elastizitätsmodul vorhanden ist

2 Kurve der effektiv gemessenen Differenzen

\* Gewicht-geeichte Federmanometer

Δ Fremdes Gewichtsmanometer

o 2 Escher Wyss-Gewichtsmanometer

## Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

### Vom Zürcher Trolleybus

629.113.62(494.34)

Ende Mai 1939 wurde auf der früheren Autobuslinie B, Bezirksgebäude—Bucheggplatz, der Trolleybusbetrieb aufgenommen<sup>1)</sup>. Die grosse Anfahrtschwindigkeit und die gute Bremswirkung ermöglichen eine wesentlich höhere Reisegeschwindigkeit als bei Autobussen, so dass für die Durchführung des Fahrplanes der Linie B gegenüber dem Autobetrieb weniger Fahrzeuge benötigt werden.

Die Verwaltung der Industriellen Betriebe liess einlässlich prüfen, ob es aus verkehrstechnischen und wirtschaftlichen Gründen nicht geboten sei, bestimmte bestehende Autobus- oder Strassenbahnlinien auf Trolleybusbetrieb umzustellen. Da flüssige Brennstoffe äusserst schwierig zu beschaffen waren, folgte als erste Massnahme im Juni 1942 die Einführung der

neuen Betriebsart auf der Strecke Spyriplatz—Albisriederplatz der Autobuslinie A. Auch diese Umstellung hat sich bewährt. Durch den Einsatz der grossen Trolleybusfahrzeuge konnte der Betrieb bedeutend wirtschaftlicher als mit Autobussen gestaltet werden.

Die monatlichen Fahrleistungen der Zürcher Trolleybusse sind in Fig. 1 dargestellt, für die uns die Angaben von der Städtischen Strassenbahn Zürich zur Verfügung gestellt wurden. Die Gesamtfahrleistung der 15 Trolleybusse bis Ende Oktober 1943 erreichte 1,6 Mill. Wagenkilometer.

Im Aufsatz «Die Strassen der Stadt Zürich»<sup>2)</sup> schrieb Stadtrat Erwin Stirnemann im Jahre 1939 u. a.:

«Da die Entwicklung der Schienentraction innerhalb der Stadt abgeschlossen sein dürfte, wird man in Zukunft nicht

<sup>1)</sup> Bull. SEV 1939, Nr. 13, S. 345.

<sup>2)</sup> Schweiz. Techn. Z. 1939, Nr. 23/24, S. 370.