**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
**Band:** 75/76 (1920)
**Heft:** 13

**Artikel:** Einige Tatsachen betreffend Quecksilberdampf-Gleichrichter
**Autor:** Tschudy, Wm.
**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-36440

**Nutzungsbedingungen**
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

**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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

**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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

**Download PDF:** 10.07.2025

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

Nach mehrfachen Vergleichen und sorgfältigem Abwägen der Vor- und Nachteile der einzelnen Entwürfe konnte sich das Preisgericht einstimmig zu folgender Rangordnung der Projekte und Verteilung der Preise entschliessen.

I. Rang. Preis 5000 Fr. Nr. 67 „Hofanlage". Verfasser: *Hans Rob. Beck*, Architekt, Zürich, Kirchgasse 18.

II. Rang. Preis 4500 Fr. Nr. 37 „Taylor". *Ulrich & Pfister*, Architekten, Zürich, Rämistrasse.

III. Rang. Preis 4000 Fr. Nr. 79 „Breite Typen". *Alois Vonmoos*, Architekt, Luzern.

IV. Rang. Preis 3500 Fr. Nr. 75 „Strassenraum". *Aubert & Hochel*, Architekten, Genf.

V. Rang. Preis 3000 Fr. Nr. 46 „Leben". *M. Winawer*, Architekt, Zürich, Apollostrasse 20.

Zug, den 9. Januar 1920.

Das Preisgericht:

*F. Nägeli, A. Huber, X. Schmid.*

*K. Indermühle, O. Pfleghard, M. Risch, R. Rittmeyer.*

## Einige Tatsachen betreffend Quecksilberdampf-Gleichrichter.

In den Nummern vom 28. September 1918 (Band LXXII, Seite 117) bezw. vom 3. Mai 1919 (Band LXXIII, Seite 210) erschien eine den „Mitteilungen" der Firma Brown Boveri & Cie. entnommene Notiz, die dem Unterzeichneten zu folgenden Aeusserungen Anlass gibt:

Als mich vor ungefähr zehn Jahren der verstorbene Prof. Dr. H. F. Weber auf den Quecksilberdampf-Gleichrichter aufmerksam machte, hatte ich zuerst den Gedanken, Versuche vorzunehmen, die zur Konstruktion eines Gleichrichters für ganz grosse Leistungen führen würden, um auf diese Weise einen Ersatz für die Motor-Generatoren zu schaffen. Bei der Ausführung der Vorarbeiten zu diesem Unternehmen kam ich jedoch zu dem Schlusse, dass die Situation nicht sehr günstig war, um ein derartiges Unternehmen mit Erfolg durchzuführen. Das nähere Durchsuchen der recht spärlichen Literatur über Gleichrichter zeigte, dass wohl einzelne kurze Studien, zum Teil brauchbare, zum Teil unzuverlässige veröffentlicht waren; dagegen fehlte es an einer umfassenden Untersuchung dieses Apparates. Die Verhältnisse waren ungemein günstiger, um eine Arbeit letzter Art, die ich darauf unternahm, zufriedenstellend zu lösen.[1]) Auf Einladung der Physikalischen Gesellschaft in Zürich hielt ich sodann einen Vortrag über meine Untersuchungen, wobei gleichzeitig die rein technischen Fragen zur Sprache kamen. Einige Ingenieure von Brown Boveri & Cie. waren ebenfalls zugegen. Diese Firma baute dazumal noch keine Gleichrichter. Meine Untersuchungen führten vielmehr zu einem Gleichrichter-Patent[2]), bevor Brown Boveri Gleichrichter fabrizierten. Diese Firma begnügte sich damit, einen Gleichrichter aus Deutschland zu importieren, lange nachdem ich begonnen hatte, mich mit der Gleichrichter-Frage zu beschäftigen.

Von der Eingangs erwähnten Notiz lässt sich nun sagen, dass sie zu einem guten Teil von einer „Mitteilung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt"[3]) und von meinen erwähnten Arbeiten, mit entsprechenden Satz-Umstellungen, entnommen ist, ohne dass auf diese Arbeiten hingewiesen wurde. Ausserdem sind eine Reihe von Aeusserungen gemacht, die durchaus unrichtig sind, was ich im Folgenden beweisen möchte.

Bereits in den früher erwähnten Arbeiten habe ich die Theorie der Messmethoden für einen Gleichrichter festgelegt und deren Zuverlässigkeit durch ein zahlreiches Versuchsmaterial belegt. Insbesondere wurden die Verluste im Gefäss (Gleichrichtungsverluste) und ihre Beeinflussung durch verschiedene Faktoren einlässlich bestimmt. Diese Methoden wurden später in einer weitern Arbeit[4]) auf beliebige Gleichrichtersysteme ausgedehnt und somit die Grundlagen der Messmethoden für Gleichrichtersysteme festgelegt. Es wurde auch bereits an verschiedenen Stellen[1]) darauf hingewiesen, dass der Artikel der Physikalischen Reichsanstalt mit Vorbehalt aufgenommen werden müsse. So sagt unter anderm die Mitteilung der Physikalisch-technischen Reichsanstalt: „Die auf den effektiven Strom bezogenen Verluste sind also undefiniert, solange der Formfaktor der die Gleichrichterarme durchfliessenden Stromstösse nicht bekannt ist. *Der Formfaktor derartiger Stromstösse dürfte aber zunächst kaum jemals bekannt sein.* Aus denselben Gründen sind die Verluste undefiniert, wenn sie auf die wattmetrisch gemessene Gleichstromleistung des Gleichrichters bezogen werden .... Die Verluste im Gleichrichter ergeben sich nach dieser Methode als *Differenz der dem Gleichrichter zugeführten und der von ihm abgegebenen Leistung.* Der scheinbare nächstliegende Weg, die Verluste in den Armen direkt wattmetrisch zu bestimmen, verbietet sich wegen der sehr ungünstigen Belastung der Wattmeter .... Die Benützung der Differenzmethode ist etwas günstiger .... Ein Fehler von einem Promille in der Messung der Leistung bedingt also einen Fehler von einem Prozent in der Ermittlung der Verluste. Da ein Fehler von 2 Promille bei Wattmetermessungen selbst im günstigsten Falle vorkommt, so lässt sich bei einer Gleichspannung von 150 *V* in der Ermittlung der Verluste *höchstens eine Genauigkeit von 4% erreichen.*"

Der Verfasser der Arbeit in den BBC-Mitteilungen schreibt: „Entgegen der erwähnten Bestimmungsweise des Spannungs- und Effektverlustes in der Dampfstrecke sind noch weitere zwei Methoden möglich. Man kann durch *Differenzbildung der wattmetrisch gemessenen zugeführten Leistung und der wattmetrisch gemessenen ausgeführten Leistung die Verluste im Gleichrichter* bestimmen. (Dass man dies kann, habe ich bereits im Jahre 1912 gezeigt, in den erwähnten Arbeiten).[2]) Im vorliegenden Fall lässt sich eine *Genauigkeit von höchstens 4% erreichen.* Man kann auch nach der in Abbildung 2 angegebenen Schaltung die Verluste in einer Dampfstrecke direkt mit einem Wattmeter messen.... (Dass man letzteres tun kann, habe ich ebenfalls gezeigt. Vergleiche Abb. 4 „Schaltschema zur *direkten* Messung des Effektverbrauches auf Seite 89 des Bulletin des S. E. V. 1912. Vergleiche auch E. T. Z. 1917). Weil aber der *Formfaktor der durchfliessenden Stromstösse kaum ermittelt werden kann*, und wegen der sehr ungünstigen Belastung der Wattmeterspannungspule ist diese Methode nicht angebracht."

Betrachten wir nun die beiden Aussagen, so bemerkt man, dass beide das Gleiche sagen, die Worte sind nur etwas umgestellt. Unter anderm schreibt der Eine, man könne den Formfaktor des Anodenstromes nicht bestimmen; der Andere kann es selbstverständlich auch nicht.

In meiner Dissertation wurde nun aber gezeigt, wie die aufgenommenen Anoden-Spannungs- und Stromkurven analysiert werden können und wie daraus mittels aufgestellter Formeln Mittelwerte und Effektivwerte und somit Formfaktoren ermittelt werden können.[3])

In der Mitteilung der Reichsanstalt ist ferner zu lesen: „Diese von Oszillogrammen gezeigte Konstanz der Spannung in der durchlässigen Richtung hatte bisher wohl allgemein zu der Folgerung geführt, dass es zulässig sei, den Spannungsverlust im Gleichrichter bei Belastung mit Wechselstrom dem bei Belastung desselben Gleichrichters mit Gleichstrom gemessenen Spannungsverlust gleich zu setzen. Da ferner in der undurchlässigen Richtung keine merklichen Verluste vorhanden sind, erhielt man den Energieverlust im Gleichrichter durch Multiplikation der jeweiligen gleichgerichteten Stromstärke mit der entsprechenden, mit Gleichstrom gemessenen Spannung."

(Diese Behauptung ist in jeder Beziehung unrichtig. Tatsache ist, dass man, vor meinen Messungen über die Verluste im Gleichrichtergefäss, *annahm*, dass diese Verluste vernachlässigbar klein seien und für praktische Verhältnisse überhaupt nicht in Betracht kommen. Diese Haltung lässt sich daraus erklären, dass man den Spannungsabfall im Lichtbogen einer Quecksilberdampflampe bestimmt hatte und die gleichen Verhältnisse einfach auf den Gleichrichter übertrug. Ich war der erste, der die Gleichrichtungsverluste für alle möglichen Verhältnisse bestimmte, was übrigens auch in meiner Dissertation vermerkt ist.)

[1]) „Experimentelle Untersuchungen an Quecksilberdampf-Gleichrichter für Wechselstrom." Dissertation Eidg. Technische Hochschule 1912. Ein Teil der Arbeit wurde auch im „Bulletin des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins", Jahrgang 1912, sowie in „Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen" 1913 unter dem Titel „Ueber die Entwicklungsmöglichkeiten des Quecksilberdampf-Gleichrichters auf Grund experimenteller Untersuchungen" veröffentlicht.

[2]) Deutsches Patent Nr. 255547 und amerikanisches Patent Nr. 1189887.

[3]) Archiv für Elektrotechnik 1913.

[4]) Elektrotechnische Zeitschrift, 4. und 11. Januar 1917: „Messmethoden und Definitionen für den Quecksilberdampf-Gleichrichter".

[1]) Electrical World, 1916 und 1918.

[2]) Die Wattmeterschaltung in Abbildung 2 auf Seite 117 von Band LXXII (28. Sept. 1918) der „Schweiz. Bauzeitung" ist im Prinzip die gleiche, wie die Wattmeterschaltung in Abbildung 2 des Bulletin des S. E. V. 1912. (Vergleiche auch Bulletin des S. E. V. 1912, Seite 87, 88, 89, 90, 93, 102 bis 110, sowie E. T. Z. 1917).

[3]) Bulletin des S. E. V. 1912, Seite 105 und 113. Siehe auch E. T. Z. 1917.

Analog heisst es in den BBC-Mitteilungen: „Der während der Durchlässigkeit vorhandene Spannungsabfall der Dampfstrecke wird am zuverlässigsten und praktisch hinreichend genau mit Gleichstrom bestimmt, indem man beispielsweise die vorher ionisierte Dampfstrecke mittels einer Akkumulatorenbatterie speist."

Beide sagen also wieder ungefähr das Gleiche. Meinerseits möchte ich bemerken, dass in einem Gleichrichter nicht der Spannungsabfall im Lichtbogen, sondern die Verluste im Lichtbogen massgebend sind, und zwar je grösser die Kapazität des Gleichrichters ist. Auf diesen Punkt werde ich bei einer andern Gelegenheit zurückkommen. Ebenso muss ich es unterlassen, aus gewissen Gründen auf einen weitern Punkt einzugehen.

In der BBC-Mitteilung heisst es weiter: „Für die Wirkungsgradbestimmungen der Gleichrichterumformeranlage kommen die Verluste im Gleichrichtergefäss in den Regulier-Drosselspulen und im Transformer in Betracht." Ferner: „Bezüglich des Gleichrichters hat man grundsätzlich zwei verschiedene Wirkungsgrade zu unterscheiden. Wenn festgestellt werden soll, wie gross die reine Gleichstromleistung ist, die der Gleichrichter abgibt — sie soll kurz „elektrolytische Leistung" und der ihr entsprechende Wirkungsgrad „elektrolytischer Wirkungsgrad" genannt werden — so ist die abgegebene Leistung mit Drehspulen-Strom- und Spannungsmessern, die Mittelwerte anzeigen, zu messen. Der elektrolytische Wirkungsgrad berücksichtigt somit die in der dem konstanten Gleichstrom übergelagerten Wechselstromkomponente des Wellenstroms enthaltene Energie nicht" usw.

In Bezug auf diesen Abschnitt ist zu sagen, dass ich bereits in den erwähnten Arbeiten die Grundlagen der Messmethoden für den Gleichrichter festgelegt und angewandt habe [1]) und auch später in der schon erwähnten Arbeit „Messmethoden und Definitionen für den Quecksilberdampf-Gleichrichter" [2]) die wichtigsten elektrischen Grössen, vom wissenschaftlichen und praktischen Standpunkte aus, festlegte. Als Verfasser der ersten wissenschaftlichen Untersuchung des Quecksilberdampf-Gleichrichters und als langjähriger Arbeiter auf diesem Gebiete glaubte ich, einige Berechtigung dazu zu haben. Zudem hoffte ich zu verhüten, dass durch Arbeiten, wie die eben besprochenen, Verwirrung der Begriffe entstehe.

Völlig unverständlich ist mir der Wert, den der Verfasser der Artikel in den BBC-Mitteilungen auf die Aussage Prof. Küblers setzt, dass „die Elektrotechnik sich wohl bald nach dem Kriege den Maschinenumformer ganz abgewöhnen und ihn durch Dampf-Gleichrichter ersetzen werde." Etwas Neues hat doch wohl damit Prof. Kübler nicht gesagt. Es sei mir erlaubt, auf den folgenden Satz aus meiner im Bulletin des S. E. V. und in „E. K. und B." erschienenen Arbeit hinzuweisen: „Demnach zu schliessen, hat der Quecksilberdampf-Gleichrichter die grösste Aussicht, mit den Motor-Generatoren in Konkurrenz zu treten und dadurch sein Anwendungsgebiet zu vergrössern."

Zusammenfassend möchte ich bemerken:

1. Der besprochene Artikel, soweit er zuverlässiges und brauchbares Material enthält, erbringt kein wesentliches Resultat, das nicht schon früher vom Unterzeichneten festgestellt worden wäre.

2. Eine ganze Reihe von Bemerkungen sind entweder nicht richtig oder unzuverlässig oder von andern entnommen.

3. Offenbar kann man nicht unzuverlässige Methoden anwenden und zuverlässige Resultate erzielen.

4. Erstklassige Apparate können nicht hergestellt werden, wenn nicht erstklassige Berechnungsmethoden angewandt werden. Die Berechnungsmethoden ergeben sich aber aus den Versuchs-Ergebnissen.

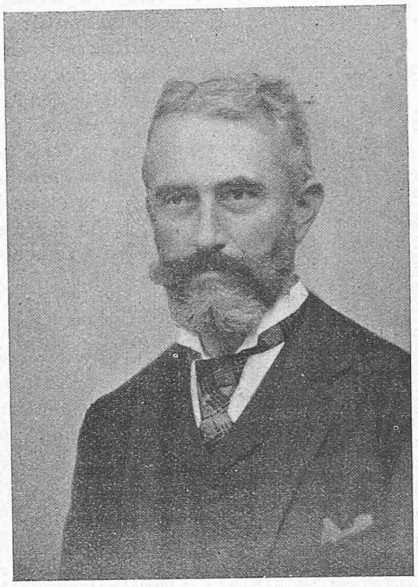
Yonkers, U. S. A., 19. Sept. 1919. *Wm. Tschudy.*

[1]) Vergl. hauptsächlich Bulletin des S. E. V. 1912, Seite 87 bis 90, 93 bis 95, 102 bis 113, ebenso Dissertation Seite 9 bis 25, Seite 48 bis 60.

[2]) E. T. Z., 4. und 11. Januar 1917.

## † Emil Bavier.

Am 11. d. M. ist zu Zürich nach langem Leiden Ingenieur Emil Bavier in seinem 77. Lebensjahr verschieden. Nach einem vielfach bewegten Ingenieurleben nötigte ihn in den letzten Jahren eine tiefgehende Gemütsdepression zum Verzicht auf den Umgang mit seinen Berufsfreunden, von denen ihm viele heute schon im Tode vorausgegangen sind. Nur in kurzen Unterbrechungen hellte sich sein Zustand wieder auf und war es ihm vergönnt, sich im Verkehr mit ihm treu gebliebenen Altersgenossen an dem Gedenken längst vergangener Zeiten zu erfreuen.



**Emil Bavier**
Ingenieur
31. Mai 1843 — 11. März 1920

Bavier wurde zu Chur am 31. Mai 1843 geboren. Er bezog im Herbste 1861 die Eidgen. Technische Hochschule und war ein flotter, dabei aber auch dem Studium eifrig ergebener Student. Im Herbste 1864 absolvierte er die Hochschule mit dem Diplom als Bauingenieur, um sofort an die praktische Arbeit zu gehen. Seine erste Beschäftigung führte ihn im gleichen Jahre zu den Aufnahmen für die am Schyn projektierte Strasse und bis Ende 1866 finden wir ihn bei Strassenbauten in Graubünden tätig. Das Jahr 1867 bot ihm Gelegenheit, als Ingenieur-Adjunkt der Schweizer. Abteilung an der Weltausstellung in Paris mannigfaltige Studien zu machen. Mit dem Jahre 1868 trat er in die Dienste der Bauunternehmung Gebr. Klein, A. Schmoll und E. Gärtner, deren Hauptsitz in Wien war, und die ihm, von 1871 an als ihrem Bevollmächtigten, die Führung verschiedener Druckluftgründungen bei Brückenbauten übertrugen, so für die Eisenbahnbrücke in St. Margrethen über den Rhein, die Reichsstrassenbrücke über die Donau in Wien und die Moldaubrücke in Prag. Der Wunsch, seine reichen Erfahrungen in Druckluftgründungen in selbständiger Arbeit zu verwerten, bewog ihn zur Uebernahme des Baues des Rotesand-Leuchtturmes in der Wesermündung im Jahre 1880. Leider ereilte ihn hier das Missgeschick, dass eine aussergewöhnliche Sturmflut im folgenden Jahre die nach Ueberwindung grösster Schwierigkeiten schon verhältnismässig weit fortgeschrittenen Arbeiten in einer Nacht so gründlich zerstörte, dass die Unternehmung Bavier, Kunz & Weiss gezwungen war, vom Vertrage zurückzutreten. Dieses Unglück hat erklärlicherweise auf Bavier einen tiefen Eindruck gemacht und damit wohl den Grund zu dem Leiden gelegt, das den letzten Teil seines Lebens getrübt hat. Zunächst fand er Gelegenheit, den gesunkenen Lebensmut an der Stellung wieder aufzurichten, die ihm die Schweizerische Landesausstellung in Zürich bot, indem ihn das Centralcomité derselben als Ingenieur und Chef ihres technischen Bureau berief. Es ist vielen an der Ausstellung 1883 Mitwirkenden, die noch leben, lebhaft erinnerlich, mit welcher Sachkenntnis und Hingebung sich Bavier der Lösung seiner Aufgabe annahm und wie ihm am Gelingen dieses schweizer. Unternehmens ein redliches Teil zuzuschreiben ist. Nach Schluss und Abrechnung der Ausstellung trat Bavier 1884 in die Dienste der Unternehmung C. Zschokke & P. Terrier als Direktor der Arbeiten für die Tiber-Regulierung in Rom von 1884 bis 1889 und den Bau des staatlichen Trockendocks in Genua von 1890 bis 1898; bei beiden Arbeiten fand die Druckluftgründung bekanntlich in ausgedehntem Masse Anwendung. Wie Bavier in dieser Stellung sowohl in Ueberwindung der sich bietenden technischen Schwierigkeiten, wie auch in der Behandlung seiner Angestellten und der Arbeiter, und ebenso im Umgang mit den staatlichen Behörden seinen Mann zu stellen verstand und das Ansehen des schweizerischen Ingenieurs hochgehalten hat, wurde von der Unternehmung und von seinen Mitarbeitern neidlos anerkannt.

Seit 1899 hatte sich Bavier nach Zürich zurückgezogen, wo er im Kreise altbekannter Fachgenossen, an denen er mit seltener Treue hing, einen ihn befriedigenden Umgang fand. Aus den Gebieten seiner frühern Tätigkeit hat er damals auch in der