

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 35 (1944)  
**Heft:** 6

**Artikel:** Zur Geschichte des pumpenlosen, edelgasgefüllten Quecksilberdampf-Mutators mit Stahlgefäss  
**Autor:** Gerecke, Eduard  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1061558>

### **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>**

Bedenkt man, dass bei hochempfindlichem Erdschlußschutz (beim Verbois-Generatorschutz war als untere Grenze des Erdschlußstromes 4 A angegeben) die Stromwandler für eine Leistungsüber-

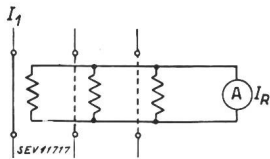


Fig. 15.  
Holmgren-Schaltung bei  
asymmetrischer Belastung

tragung auf den Relaiskreis nur wenig Amperewindungen besitzen (im erwähnten Fall nur 4 Ampere-

windungen), so kann man die Schwierigkeit richtig ermessen. Man konnte die gestellten Aufgaben nur durch die Wahl eines Kernmaterials, das im Anfangsgebiet der Magnetisierung eine hohe Permeabilität besitzt und das im Gegensatz zu den hochpermeablen Legierungen keine verfrühte Sättigung aufweist, meistern. Durch sorgfältige Auswahl der für die Kerne III benötigten Kernbleche des betreffenden Materials und durch richtige Wahl der Anschlüsse bei den Vorprüfungen der mit Anzapfungen ausgeführten Wicklungen konnten die gestellten Bedingungen erfüllt werden.

## Zur Geschichte des pumpenlosen, edelgasgefüllten Quecksilberdampf-Mutators mit Stahlgefäß

Von Eduard Gerecke, Genf

621.314.65

Wiederholt wurde der Wunsch geäußert, einmal von kompetenter Seite zu hören, welche Kräfte und Interessen die Entwicklung des pumpenlosen, edelgasgefüllten Quecksilberdampfmutators mit Stahlgefäß förderten und trugen. Es zeigte sich auch das Bedürfnis, nicht zutreffende Äußerungen richtigzustellen. Der folgende Ueberblick dürfte darüber schlüssige Auskunft geben. Es geht daraus insbesondere hervor, dass dieser neue Gleichrichtertyp eine schweizerische Schöpfung ist.

Nous avons été sollicités, à plusieurs reprises, de publier l'opinion d'une personne compétente traitant de l'intérêt et des progrès techniques offerts et réalisés par l'évolution du redresseur à vapeur de mercure et à gaz rare, fonctionnant sans pompes à vide avec cuve en acier. Il nous semblait également souhaitable de rectifier certaines opinions erronées. Nous croyons que l'article ci-dessous apportera à ce sujet des renseignements sûrs et complets. Il ressort de ces lignes que ce nouveau type de redresseur est une réalisation suisse.

Zur Verwirklichung des pumpenlosen Quecksilberdampfmutators mit Stahlgefäß gründete W. Dälgenbach im Jahre 1925 eine in der Folge von ihm geleitete schweizerische Studiengesellschaft<sup>1)</sup> mit Sitz in Zürich. Diese stellte sich zunächst als damals erkennbare Entwicklungsaufgaben

1. eine hochvakuumdichte und gegen höhere und wechselnde Temperaturen widerstandsfähige *Elektrodeneinführung*,
2. eine auf einige hundert Grad *ausheizbare Gefäßkonstruktion*,
3. ein *Verfahren* zur Ermittlung kleinster *Undichtigkeiten*.

Diese drei Aufgaben konnten gelöst werden, und zwar die erste durch Glas-Metall-Verschmelzungen, die zweite durch Verschweissen sämtlicher Wandteile des Vakuumgefäßes, die dritte durch ein an Empfindlichkeit bisher unerreichtes chemisches Prüfverfahren mit Ammoniak als Prüfgas und Mercuronitrat als Indikatorstoff.

Hierauf wurde ein Quecksilberdampfgleichrichter konstruiert und gebaut, der die drei obigen Forderungen erfüllte. Die Versuche mit diesem Apparat zeigten jedoch, dass das Problem des pumpenlosen Quecksilberdampfmutators mit Stahlgefäß damit noch nicht gelöst war, denn es verblieb noch eine Gasabgabe von unbekannter Ursache.

Bei diesem Stand der Entwicklungsarbeiten beteiligte sich im Januar 1931 die S. A. des Ateliers de Sécheron in Genf massgebend an der Studiengesellschaft. Die anschliessenden Versuche führten zur Entdeckung der *Diffusion von Wasserstoff* aus dem *Kühlwasser* durch die Wände des Stahlgefäßes ins Vakuum und damit zu der weiteren Forderung:

4. Verhinderung der Aufladung der Gefäßteile, insbesondere der Wandungen des Stahlgefäßes, mit *Wasserstoff*.

Dieses Problem wurde gelöst einmal durch Anwenden einer von Wasserstoffionen freien Kühl-

flüssigkeit oder bei Wasserkühlung durch Gefäßwanderungen, welche für Wasserstoffionen praktisch undurchlässig sind, wie gewisse Metalle oder Metallegierungen oder Schutzschichten. Damit war das die Industrie seit Jahrzehnten beschäftigende Problem des pumpenlosen Quecksilberdampfmutators mit Eisengefäß endgültig gelöst<sup>2)</sup>.

Nach Klärung dieser vakuumtechnischen Fragen wandte sich das Laboratorium der Erforschung der Entladungsvorgänge im Quecksilberdampfmutator zu. Vor allem war es die Frage der mittelfrequenten Schwingungen und der dadurch beim Stromdurchgang verursachten Ueberspannungen, welche der Lösung bedurfte. Die Untersuchungen ergaben die weitere Forderung:

5. genügend *hoher Druck* im Entladeraum.

1933 wurde der erste pumpenlose Quecksilberdampfgleichrichter mit Eisengefäß und einer Flüssigkeitskühlung durch Trichloräthylen<sup>3)</sup> in Betrieb genommen. Er lief von 1935 an in einer Unterstation der Genfer Strassenbahnen. Die Ueberspannungen wurden an diesem Gefäß durch genügend

<sup>2)</sup> Shand, J. Amer. Inst. Electr. Engrs., Bd. 46 (1927), Nr. 6, S. 597...602.

Aus dieser Veröffentlichung geht hervor, dass die amerikanische Westinghouse Manufacturing Co. von 1912 an ununterbrochen mit Forschungsarbeiten betreffend den pumpenlosen Grossgleichrichter beschäftigt war und diese Arbeiten im Jahre 1927 als ergebnislos aufgegeben hat.

Brown, Gen. Electr. Rev., Bd. 34 (1931), Nr. 11, S. 619.

Laut dieser Veröffentlichung konnten auch bei der amerikanischen General Electric Co. nach jahrelangen Entwicklungsarbeiten die Schwierigkeiten beim pumpenlosen Betrieb von Mutatoren nicht überwunden werden. Die weitere Verfolgung des Problems wurde wie bei der Westinghouse aufgegeben. Keine dieser grössten nordamerikanischen Firmen verfügte über ein ausreichendes Prüfverfahren für die Dichtigkeit; keine von ihnen hat die störende Wasserstoffdiffusion entdeckt.

<sup>1)</sup> «Syndikat für technische Physik in Zürich.»

hohen Quecksilberdampfdruck vermieden, der bei geringer Last durch zusätzliche Heizung aufrechterhalten wurde. Um diese Heizung zu umgehen, wurde die Erforschung der Entladungsvorgänge auf Edelgasfüllungen ausgedehnt. Diese Versuche führten zu einer weiteren Massnahme von grosser Wichtigkeit, nämlich

6. eine Füllung mit *geeigneten Edelgasen* von genügend hohem Druck.

Dadurch wurde ein neuer Mutator entwickelt, welcher direkt aus dem kalten Zustand belastet, überbelastet und kurzgeschlossen werden kann, ohne dass die gefürchteten störenden Ueberspannungen auftreten.

1934 beteiligte sich die «Julius-Pintsch-Kommanditgesellschaft» in Berlin an der Studiengesellschaft. Diese beschränkte sich seit dem Jahre 1935 auf die Patentverwertung, während weitere Untersuchungen über die Entladungsvorgänge in Gefässen mit Edelgasfüllung unter der Leitung von W. Dällenbach von den Firmen Sécheron und Pintsch bis anfangs 1936 fortgesetzt wurden.

1934/35 wurde von Pintsch ein erster pumpenloser und luftgekühlter Quecksilberdampfgleichrichter mit Stahlgefäss<sup>4)</sup> und Edelgasfüllung für eine Stromstärke von 250 A gebaut und 1935...1937 unter anderem in einem Unterwerk zur Speisung einer Berliner Strassenbahnlinie in Betrieb genommen und erprobt. Diese über viele Monate sich erstreckende Erprobungszeit bestätigte erstens die Möglichkeit des pumpenlosen Betriebes und zweitens, dass tatsächlich die bisher bei kalten Mutatorgefässen gefürchteten Ueberspannungen durch die Edelgasfüllung vermieden und also Mutatorgefässe geschaffen waren, die sich auch aus dem kalten Zustand als überlastbar und kurzschlusssicher bewährten. Parallel zu diesen Dauerversuchen und mit gleichem Ergebnis arbeitete ein zweites von Sécheron hergestelltes Gleichrichtergefäss<sup>5)</sup> gleicher Konstruktion, also ebenfalls mit Luftkühlung, in einer Unterstation der Genfer Strassenbahnen.

Gestützt auf diese Bewährungsproben in praktischen Betrieben begann Pintsch 1937 mit der Serienherstellung pumpenloser, luftgekühlter, edelgasgefüllter Gleichrichter. Unter den ab 1938 zur

<sup>3)</sup> Abgebildet in ETZ, Bd. 55 (1934), S. 88, Fig. 6, und Bull. SEV 1934, S. 180, Fig. 3.

<sup>4)</sup> Abgebildet im Bull. SEV 1936, S. 693, Fig. 1 und 2.

<sup>5)</sup> Abgebildet im Bull. SEV 1939, S. 552.

Auslieferung kommenden Anlagen befand sich auch eine nun seit 1939 in Betrieb befindliche Freiluftgleichrichteranlage<sup>6)</sup>, wohl überhaupt die erste Freiluftgleichrichteranlage, die aufgestellt wurde.

Der neue pumpenlose, edelgasgefüllte Gleichrichter mit Stahlgefäss und Luftkühlung wurde zum ersten Male von Sécheron an der Schweizerischen Landesausstellung 1939 in Zürich auf einer Ausstellung gezeigt und während der halbjährigen Dauer der Ausstellung im Betrieb vorgeführt<sup>5)</sup>.

Sämtliche von Sécheron bzw. Pintsch seit 1934 hergestellten Gleichrichtergefässe benützen für Kathoden- und Anodeneinführungen statt der ursprünglich angewendeten Glas-Metall-Verschmelzungen robuste Metall-Keramik-Verschmelzungen mit Glasfilm, die, gestützt auf Versuche und Vorarbeiten der Studiengesellschaft in Zürich, bei Pintsch weiterentwickelt wurden. Ueber einen von Sécheron gebauten 1000-A-Typ, insbesondere über die damit in Zusammenhang stehenden konstruktiven Fragen, berichtete der Verfasser an der Kurzvorträgeveranstaltung des SEV vom 21. Juni 1941 in Zürich<sup>7)</sup>.

Ueber die verschiedenen hier beschriebenen Entwicklungsstadien sind die Leser des Bulletins dauernd orientiert worden<sup>8)</sup>. Das angefügte Literaturverzeichnis<sup>9)</sup> ermöglicht eine vollständige Uebersicht über alle Einzelfragen.

<sup>6)</sup> Abgebildet in ETZ, Bd. 61 (1940), S. 738, Fig. 14 und G. W. Müller-Uhlenhoff: Elektrische Stromrichter, S. 276, Fig. 271.

<sup>7)</sup> Quecksilberdampfmutatoren mit Stahlgefäss und Edelgasfüllung. Bull. SEV, Bd. 33 (1942) S. 226.

<sup>8)</sup> Ed. Gerecke: Grossgleichrichter ohne Vakuumpumpe. Bull. SEV 1934, S. 179.

W. Dällenbach: Grossgleichrichter ohne Vakuumpumpe. Bull. SEV 1936, S. 693.

Ed. Gerecke: Pumpenlose Mutatoren in Stahlgefäss. Bull. SEV 1939, S. 552.

Ed. Gerecke: Quecksilberdampfmutatoren mit Stahlgefäss und Edelgasfüllung. Bull. SEV 1942, S. 226.

<sup>9)</sup> W. Dällenbach: Grossgleichrichter ohne Vakuumpumpe. ETZ, Bd. 55 (1934), S. 85.

W. Dällenbach und Ed. Gerecke: Grossgleichrichter ohne Vakuumpumpe. ETZ, Bd. 57 (1936), S. 937.

W. Dällenbach und Ed. Gerecke: Entwicklungen und Fortschritte im Bau von Eisengleichrichtern. ETZ, Bd. 61 (1940), S. 705 und 734.

Ed. Gerecke: Der pumpenlose, mit Edelgas gefüllte Quecksilberdampfgleichrichter, Bauart Sécheron, an der Schweizerischen Landesausstellung 1939 in Zürich. Sécheron-Mitt. (1940), Nr. 12, S. 19.

Ed. Gerecke: Pumpenlose Quecksilberdampfgleichrichter, Bauart Sécheron, mit Stahlgefäss und Edelgasfüllung. Sécheron-Mitt. (1940), Nr. 12, S. 8.

## Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

### Approximative Gewichtsermittlung für Stauweherschützen

(Nach H. Bucher, Schweiz. Techn. Z. 1943, Nr. 43)

627.423.5

Nach dem Hinweis auf die Formeln von Moser, Karlsson, Kulka und Schäfer, entwickelt der Verfasser folgendermassen selber eine Formel:

Das Gewicht einer Schütze ist wohl in erster Linie abhängig von der Lichtweite  $L$  und von der Höhe  $H$  der abzuschliessenden Oeffnung. Das Biegemoment, das für die Dimensionierung der Horizontalträger massgebend ist, nimmt mit dem Quadrate der Lichtweite zu, der Wasserdruck mit

dem Quadrate der Höhe. Es liegt daher nahe, das Gewicht durch eine Gleichung in Potenzform mit den Grössen  $L$  und  $H$  als Hauptfaktoren auszudrücken. Dabei kann zum vornherein geschätzt werden, dass die Exponenten  $x$  und  $y$  der Faktoren  $L$  und  $H$  zwischen 1 und 2 liegen werden. Das Produkt  $L^x H^y$  wird in einer gewissen Beziehung zum Konstruktionsgewicht stehen, was wir durch einen Koeffizienten  $a$  ausdrücken. Dieser Koeffizient könnte für Material von verschiedener Festigkeit oder von verschiedenem spezifischem Gewicht oder auch für besondere Konstruktionsarten (Hakenshützen, Kasten- oder Dreigurtschützen usw.) variabel angenommen werden. Der Einfachheit halber und da ohnehin nur approximative Werte ermittelt werden können, wird  $a$  als kon-