

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 34 (1943)  
**Heft:** 11

**Artikel:** Zehn Jahre Doppelwendel-Lampen für allgemeine Beleuchtungszwecke  
**Autor:** Geiss, W.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1061740>

### **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:** 21.02.2026

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

## Zehn Jahre Doppelwendel-Lampen für allgemeine Beleuchtungszwecke

Von W. Geiss, Eindhoven (Holland)

621.326.723

Die seit 1933 erfolgte allgemeine Einführung und Weiterentwicklung der Doppelwendellampe wird in den Grundzügen dargelegt. Einige nicht allgemein bekannte Einzelheiten werden angeführt. Die Gasfüllung wird unter besonderer Beachtung der Krypton-Lampe behandelt. Der Autor hält eine Weiterentwicklung der Wolfram-Glühlampe für möglich, denn die heutige Temperatur des Leuchtkörpers liegt noch  $800^\circ$  unter dem Schmelzpunkt des Wolframs und die Lichtausbeute beträgt erst  $\frac{1}{4}$  des theoretisch möglichen Grenzwertes von 52 lm/W.

Introduction en 1933 et étapes du développement de la lampe à filament bispiralé. Indication de quelques particularités peu connues. Remplissage gazeux, notamment de la lampe au krypton. L'auteur estime que la lampe à filament de tungstène est susceptible de nouveaux développements, car la température du corps lumineux est encore actuellement à  $800^\circ\text{C}$  au-dessous du point de fusion du tungstène et le coefficient d'efficacité lumineuse n'atteint que le quart de la valeur théorique possible de 52 lm/W.

Anfangs der dreissiger Jahre hatte man sich in weiten technischen Kreisen mit dem Gedanken vertraut gemacht, dass mit der im Jahre 1913 durch I. Langmuir erfundenen gasgefüllten elektrischen Glühlampe die weitere Entwicklung der Lampen für allgemeine Beleuchtungszwecke ihren endgültigen Abschluss gefunden habe und dass eine weitere Verbesserung der Wirtschaftlichkeit nur noch auf dem Gebiete der Gasentladung zu erwarten sei.

Um so mehr war man überrascht, als im Jahre 1933 in Holland eine neue gasgefüllte Lampe auf dem Markte erschien, die mit einer Doppelwendel ausgerüstet war und eine bis zu 20 % erhöhte Lichtausbeute bei gleichbleibender Lebensdauer gegenüber der Einfachwendellampe gewährleistete. Diese neue Glühlampe für allgemeine Beleuchtungszwecke war die Frucht zahlreicher wissenschaftlicher, technischer und fabrikatorischer Untersuchungen. Neue sinnreiche Maschinen hatten entwickelt und gebaut werden müssen, um die subtilen Aufgaben bei der Herstellung des Leuchtkörpers zu erfüllen und die beim Aufbau der Lampe nötige Präzisionsarbeit zu leisten dort, wo auch die geübtesten Frauenhände versagen mussten. Das Prinzip der Doppelwendellampe für allgemeine Beleuchtungszwecke, ihre Herstellung und ihre Eigenschaften wurden im Jahre 1933 in der holländischen Zeitschrift «Electrotechniek»<sup>1)</sup> ausführlich erörtert — die Doppelwendellampe wurde in Holland unter dem Namen «Bi-Arlita» herausgebracht —, später wiederholt und von verschiedenen Gesichtspunkten aus, unter anderem auch in dieser Zeitschrift<sup>2)</sup>, veröffentlicht. Im Jahre 1934 wurde die neue Lampe in den meisten übrigen Ländern Europas herausgebracht, so auch in der Schweiz; sie erfolgte im Jahre 1935 in Deutschland<sup>3)</sup>.

Die Doppelwendellampe brauchte zunächst einige Zeit, um sich durchsetzen zu können. Sie begegnete, wie alles Neue auf jedem Gebiet, einem gewissen Misstrauen. Gelegentlich wurde selbst von technischen Kreisen die Behauptung aufgestellt, dass die Doppelwendellampe spannungsempfindlicher sei als die früheren Lampen. In Wahrheit ist aber die Spannungsempfindlichkeit von Glühlam-

pen, ganz gleichgültig, um welches Fabrikat und um welche Bauart es sich handelt, immer dieselbe, da sie einem physikalischen Naturgesetz gehorcht. Hier von neutraler Stelle aus aufklärend gewirkt zu haben, ist das besondere Verdienst von O. Ganguillet und F. Tobler. Die neue Lampe hatte auch einige Kinderkrankheiten zu überwinden, die bei einer Neukonstruktion beinahe unvermeidlich sind und die sich erst bei einer Massen-Produktion und -Benutzung deutlich erkennen lassen. Die an und für sich geringfügigen Mängel konnten aber schnell und gründlich beseitigt werden, und innerhalb einiger Jahre eroberte sich die neue Lampe als Qualitätserzeugnis den Weltmarkt.

Die neue Doppelwendellampe hat neben der bekannten höheren Wirtschaftlichkeit der Lichterzeugung noch zwei Eigentümlichkeiten, die, durch ihren Aufbau bedingt, im allgemeinen aber wenig bekannt sind und deshalb hier ausdrücklich erwähnt seien.

Bei der Einfachwendellampe kam es manchmal vor, dass nach dem Durchbrennen der Wendel sich ein Bogen bildete, der stundenlang stehen bleiben und dadurch als Radio-Störsender den Empfang einer ganzen Nachbarschaft unmöglich machen konnte<sup>4)</sup>. Der Innenaufbau der Doppelwendellampe wurde nun so getroffen, dass ein etwa auftretender Bogen sofort abreisst und erlöscht.

Der beim Durchbrennen der Wendel entstehende Bogen kann unter Umständen zu einem Kurzschluss innerhalb der Lampe führen und dadurch die Leitungssicherung ansprechen lassen. Um diese Sicherung nach Möglichkeit zu sparen, wurde in den beiden Zufuhrdrähten der Glühlampe selbst je ein Sicherungsdraht eingebaut, der bei Bogenbildung durchschmilzt, bevor die Leitungssicherung beansprucht werden kann.

Neben dem Gebrauch der Doppelwendel in normalen Lampen für allgemeine Beleuchtungszwecke bot der gedrängte Aufbau des Leuchtkörpers die Gelegenheit, gasgefüllte Doppelwendellampen in kleinen Zweck- und Zierformen herzustellen. In modernen Beleuchtungskörpern machte sich das Herausragen der Glühlampen störend bemerkbar. Es gelang aber, eine Illuminations- und Zierlampe mit Gasfüllung und Doppelwendel zu fabrizieren, die etwa 35 mm kürzer ist als die normale Lampe und damit nicht mehr über den Rand von flachen

<sup>1)</sup> W. Geiss: Bi-Arlita de nieuwe huisverlichtingslampen; Electrotechniek, Bd. 11 (1933), S. 219.

<sup>2)</sup> R. Fries, Berlin: Neue Glühlampen für allgemeine Beleuchtungszwecke; Bull. SEV, Bd. 25 (1934), S. 623.

W. Geiss, Eindhoven: Zur Entwicklung der Doppelwendellampe; Bull. SEV, Bd. 26 (1935), S. 354.

<sup>3)</sup> Die Lichttechnik im Jahre 1935; Licht und Lampe, Bd. 25 (1936), S. 7.

<sup>4)</sup> Hierauf war von Herrn Th. Wider-Linthal freundlich aufmerksam gemacht worden; Bull. SEV 1932, Nr. 16, S. 425/426.

Schalen herausragt. Auch die Kerzenlampen wurden mit Doppelwendel hergestellt und damit die Schwärzung gegenüber der Vakuumlampe ganz erheblich herabgesetzt.

Durch diese Fortschritte ermutigt, untersuchte die führende Glühlampenindustrie mit besonderem Eifer neue Möglichkeiten zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der elektrischen Glühlampe, und zwar auf dem Gebiete der Gasfüllung. Hier boten sich zwei Wege.

Bereits bei der Erfindung der gasgefüllten Lampe hatte Langmuir festgestellt, dass die Verdampfungsgeschwindigkeit des Wolframs mit zunehmendem Molekulargewicht des Füllgases abnimmt und die Wärmeverluste geringer werden. Deshalb wurde der Stickstoff sehr bald durch das Edelgas Argon ersetzt, nachdem dessen industrielle Gewinnung aus der Luft technisch und wirtschaftlich sichergestellt war. Eine weitere Verbesserung war zu erwarten, wenn man das noch schwerere Kryptongas verwendete. Untersuchungen des Verfassers hatten ergeben, dass die Verdampfungsgeschwindigkeit des Wolframs in Krypton nur ungefähr 60 % derjenigen in Argon betrug<sup>5)</sup>, während die Wärmeleitfähigkeit auf ungefähr 70 % herabgesetzt wurde<sup>6)</sup>.

Die Verwirklichung der Kryptonlampe war in erster Linie kein eigentliches glühlampentechnisches Problem, sie hing vielmehr im wesentlichen ab von der Frage, ob die Industrie zur Verflüssigung der Gase in der Lage wäre, das Kryptongas auf industrieller Basis, in anfälligen Mengen und zu wirtschaftlichen Gestehungskosten zu erzeugen. Es war auch hier der Altmeister der Edelgastechnik, Georges Claude, der mit seinem Mitarbeiter E. Gommet neue Wege wies<sup>7)</sup>. Es gelang, den Preis für das Kryptongas um einige Zehnerpotenzen zu erniedrigen.

Hier setzte nun die Glühlampentechnik ein, um eine Kryptonlampe zu verwirklichen. Um bei dem immerhin noch erheblichen Kryptonpreis die Herstellungskosten nicht ins Unmögliche steigen zu lassen, wurde von der Glühlampenindustrie ein neuer Kolben kleinsten Inhalts entworfen. Als nächste Frage galt es, die Kurzschlussgefahr zu beseitigen. Schon bei der Argonlampe hatte sich ergeben, dass die Durchschlagspannung erheblich niedriger lag als bei der Stickstofffüllung, und dass deshalb ein gewisser Stickstoffzusatz nötig war. Da die Durchschlagspannung bei Krypton noch niedriger liegt, musste der Stickstoffzusatz in der Kryptonlampe erhöht werden, und zwar nach unsern zahlreichen praktischen Versuchen mit ungefähr 8 %. Experimentelle Untersuchungen über die Durchschlagspannung als Funktion des Stickstoffzusatzes

<sup>5)</sup> W. Geiss: Zur Entwicklung der Lampen mit Doppelwendeln; Philips Techn. Rdsch., Bd. 1 (1936), S. 97.

<sup>6)</sup> S. S. Wosnessenskaja: Wärmeverluste durch das Gas in Glühlampen; Licht-Technik 1937, S. 32 (russ.).

W. Geiss: Theoretische und experimentelle Untersuchungen zur neueren Glühlampenentwicklung; Philips Techn. Rdsch., Bd. 5 (1941), S. 338.

<sup>7)</sup> G. Claude: Les Lampes au Krypton; Lux, Bd. 9 (1936), S. 127.

bei Argon- oder Kryptongemischen wurden von van Liempt durchgeführt<sup>8)</sup> und bestätigten die praktische Erfahrung. Dieser erhöhte Stickstoffzusatz erniedrigt aber die zu erwartende Verbesserung der Lichtausbeute durch Krypton.

Da die als Haupt- oder Nebenprodukt erzeugte Kryptonmenge im Verhältnis zum Gesamtverbrauch an Edelgas nur geringfügig war, andererseits aber eine gewisse praktische Erfahrung in bezug auf technische Herstellung und Verbesserung der Lichtausbeute erreicht werden sollte, entschlossen sich die Compagnie des Lampes und die französische Philips-Gesellschaft, das ihnen zur Verfügung stehende Kryptongas zu einem Grossversuch auf industrieller Basis zu verwenden; im Jahre 1936 erschien in Frankreich die Kryptonreihe 110...130 V von 25...150 Dlm auf dem Markte<sup>9)</sup>. Die statistische Prüfung von Argon-Doppelwendellampen und Kryptonlampen bestätigte das theoretisch zu erwartende Ergebnis: die Verbesserung der mittleren Lichtausbeute ergab einige Prozente. In Deutschland war neben der Argon-Doppelwendellampe eine Kryptonlampe 220 V 40 W erschienen<sup>10)</sup>. Wie W. Köhler<sup>10)</sup> mitteilte, bedeutete diese neue Lampe eine Verbilligung der Lumenstunde um 5,4 %. Führt man die Rechnung für 60 W aus, so beträgt die Verbilligung etwa 3 %.

Die Weiterentwicklung der Kryptonlampe hängt in hohem Masse davon ab, ob es der Edelgastechnik gelingt, den Gestehungspreis um ungefähr eine weitere Zehnerpotenz herabzusetzen.

Der zweite Weg einer wirksameren Ausnutzung der Gasfüllung gründet sich auf Untersuchungen von Oosterhuis im Jahre 1917 über die Herabsetzung der Verdampfungsgeschwindigkeit des Leuchtkörpers mit zunehmendem Druck des Gases und auf neuere theoretische und experimentelle Untersuchungen von van Liempt und von Elenbaas<sup>11)</sup>. erzählte, dass er die Wolframlampe verbessern könne, nicht durch noch besseres Evakuieren, sondern im Gegenteil durch eine Gasfüllung, da glaube ich, einen Träumenden vor mir zu haben. Dieser Träumer aber konnte in die Tat umsetzen, was noch einige Monate vorher als vollkommen unwahrscheinlich gegolten hatte<sup>12)</sup>. I. Langmuir, der geniale Schüler W. Nernsts, konnte das Prinzip in die Wirk-

<sup>8)</sup> J. A. M. van Liempt und W. van Wijk: Doorslagverschijnselen bij gloeilampen met gasvulling; Philips Techn. Tijdschr., Bd. 7 (1942), S. 249.

<sup>9)</sup> J. Roger: Qu'est-ce que la Lampe au Krypton? Lux, Bd. 9 (1936), S. 125.

<sup>10)</sup> In Ungarn hatte die Vereinigte ebenfalls die Kryptonreihe auf den Markt gebracht.

<sup>11)</sup> W. Köhler: Krypton als Füllgas in Glühlampen; Licht und Lampe, Bd. 25 (1936), S. 625.

<sup>12)</sup> E. Oosterhuis: De halfwattlamp. Chem. Weekblad, Bd. 14 (1917), S. 595; Ref.: Chiem. Abstr., Bd. 11 (1917), S. 2755.

J. A. M. van Liempt: Die Verdampfungsgeschwindigkeit der Metalle in einer Gasatmosphäre Rec. Trav. Chim. Pays-Bas, Bd. 55 (1936), S. 1.

W. Elenbaas: Energieafgifte aan het gas en verdampingsnelheid van een gloeidraad als functie van den druk.

Ned. Tijdschr. Natuurk., Bd. 6 (1939), S. 77. Ref.: Chem. Abstr., Bd. 33 (1939), S. 6172.

<sup>12)</sup> Z. T. Broderick: Forty Years with General Electric; 1929, S. 99.

lichkeit umsetzen, weil es sich nicht im Widerspruch mit den Naturgesetzen befand, vielmehr im Gegenteil auf einer tieferen physikalischen Erkenntnis ihrer inneren Zusammenhänge beruhte.

Ausgedehnte Versuche von de Graaff hatten überdies ergeben, dass mit zunehmendem Druck die Durchschlagsspannung erhöht wird, so dass der Stickstoffzusatz und damit die Wärmeverluste erniedrigt werden konnten. Die neuartige Gasfüllung konnte bereits vor längerer Zeit in die Praxis umgesetzt werden und hatte eine Verbilligung der Lumenstunde um etwa 3,5 % im Mittel zur Folge.

Wie die weitere Entwicklung der elektrischen Glühlampe vor sich geht, sei es auf den hergebrachten, sei es auf neuen, noch unbekannten Wegen, lässt sich nicht voraussagen. Solange die Temperatur des Leuchtkörpers noch mehr als 800° unter dem Schmelzpunkt des Wolframs liegt und solange die Lichtausbeute nur ein Viertel von dem dazu gehörigen theoretischen Grenzwert von 52 lm/W beträgt, solange sind noch alle physikalischen Mög-

lichkeiten gegenüber hergebrachten Auffassungen offen. Die Geschichte der Glühlampe bietet hierzu manche Beispiele. Als der junge Physiker I. Langmuir dem in der Glühlampenphysik und -technik erfahrenen Withney das Prinzip der gasgefüllten Lampe auseinandersetzte, «als Langmuir mir» — so sagt Whitney freimütig — «zum ersten Male erzählte, dass er die Wolframlampe verbessern könne, nicht durch noch besseres Evakuieren, sondern im Gegenteil durch eine Gasfüllung, da glaubte ich, einen Träumenden vor mir zu haben. Dieser Träumer aber konnte in die Tat umsetzen, was noch einige Monate vorher als vollkommen unwahrscheinlich gegolten hatte»<sup>12)</sup>. I. Langmuir, der geniale Schüler W. Nernsts, konnte das Prinzip in die Wirklichkeit umsetzen, weil es sich nicht im Widerspruch mit den Naturgesetzen befand, vielmehr im Gegenteil auf einer tieferen physikalischen Erkenntnis ihrer inneren Zusammenhänge aufbaute.

<sup>12)</sup> Z. T. Broderick: Forty Years with General Electric; 1929, S. 99.

## Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

### Die Illsee-Pumpspeicheranlage

[Nach M. Preiswerk, Schweiz. Bauztg., Bd. 121 (1943), Nr. 12, S. 139]

Die Illsee-Turtmannwerke im Wallis, die in den Jahren 1923...1926 gebaut wurden, sind im Jahre 1942 durch eine Pumpengruppe ergänzt worden.

Die bestehenden Anlagen der Illsee-Turtmannwerke umfassen zwei Hochdruckwerke mit einem Stausee<sup>1)</sup>. Das Wasser des Illsees, dessen höchster Seespiegel bisher 2353 m über Meer lag, wird zuerst im Kraftwerk Oberems (1372 m ü. M.) ausgenutzt, das ein reines Speicherwerk ist. Beim Maschinenhaus Oberems, das zwei Turbinengruppen von 4200 kVA Generatorleistung enthält, liegt das Wasserschloss des Kraftwerkes Turtmann. Diesem Wasserschloss wird einerseits das Wasser des Turtmannbaches, der im Hübschweideli, 1401 m ü. M. gefasst wird, andererseits das im Maschinenhaus Oberems bereits ausgenutzte Wasser des Illsees zugeführt. Das Maschinenhaus des Kraftwerkes Turtmann liegt 634 m ü. M. Es enthält zwei Turbinengruppen von je 8000 kVA Generatorleistung. Die beiden Werke Oberems und Turtmann bilden also eine Kraftwerkgruppe mit zwei Gefällstufen von rund 1000 m (obere Stufe) und 700 m (untere Stufe). Abgesehen vom absoluten Wert der Gefälle handelt es sich um ähnliche Verhältnisse wie beim Kraftwerk Wägital<sup>2)</sup>. Ausser den bereits aufgezählten Anlagen ist in einer Höhe von 2272 m ü. M. noch die Pumpenanlage Meretschi vorhanden. Diese umfasst drei Pumpen zu 370 kW entsprechend einer Förderleistung von 0,24 m<sup>3</sup>/s, welche Wasser aus dem Meretschisee in den 90 m höher liegenden Illsee pumpen.

Der Illsee fasst bei Stauung auf Kote 2353 m 5 Mill. m<sup>3</sup>. Daraus lassen sich bei Ausnützung bis zur Rhone, d. h. in beiden Gefällestufen zusammen, 17,5 Millionen kWh erzeugen. Allerdings konnte der Illsee nur in niederschlagsreichen Jahren ganz gefüllt werden. Darum betrug die durchschnittliche Jahresenergiemenge nur 13,5 Millionen kWh.

Um den Illsee in Zukunft voll auszunützen und dazu noch überschüssige Sommerenergie für den Winter aufzuspeichern, wurde im Frühling 1941 der Entschluss gefasst, das Werk durch eine *Speicherpumpe*, mit der Wasser des Turtmannbaches in den Illsee gefördert werden kann, zu ergänzen und gleichzeitig die Staumauer um 7 m bis auf Kote 2360 m zu erhöhen. Der nutzbare Inhalt des Illsees konnte so auf 6,35 Millionen m<sup>3</sup> erweitert werden. Daraus

lassen sich jährlich 23,5 Millionen kWh erzeugen. Gelingt die Füllung des Sees unter Verwendung überschüssiger Sommerenergie, so stehen also für jeden Winter durchschnittlich 10 Millionen kWh mehr zur Verfügung als bisher.

Der beste Ort für die Aufstellung der Pumpe war das Maschinenhaus Oberems. Darin war neben den beiden Turbinengruppen Platz vorgesehen für eine dritte Gruppe. Da der Maschinenhausboden aber auf Kote 1371,05 m liegt, musste zur Ueberwindung des Höhenunterschieds zwischen dem tiefsten Spiegel im Ausgleichbecken (25 000 m<sup>3</sup> Inhalt) und dem Maschinenhaus eine Zubringergruppe angeordnet werden. Diese wurde unterhalb des Beckens so aufgestellt, dass sie das Wasser nicht ansaugen muss.

Für die Bemessung der Pumpenanlage war die Bedingung massgebend, dass bei normalen Zuflussverhältnissen im Sommer, wenn überschüssiges Wasser zur Verfügung steht, die Pumparbeit während der Nacht und über das Wochenende bewältigt werden kann. Durchschnittlich müssen jeden Sommer 2,9 Millionen m<sup>3</sup> in 1800 Stunden gefördert werden. Die Normalleistung der Pumpenanlage wurde deshalb auf 0,45 m<sup>3</sup>/s festgelegt.

Es wurden eine einstufige *Zubringerpumpe* und eine achstufige *Hauptpumpe* mit 30 bzw. 1007 m manometrischer Förderhöhe aufgestellt. Bei beiden Pumpen handelt es sich um Sulzer-Zentrifugalpumpen. Die Motorleistung der Zubringerpumpe beträgt rund 180 kW. Die Hauptpumpe wird durch einen Oerlikon-Drehstrom-Synchronmotor angetrieben, der auch als Generator arbeiten kann, falls später die im Projekt vorgesehene Turbine angebaut wird. Die elektrische Maschine hat folgende Daten:

Als Motor:

6000 kW,  $\cos \varphi = 0,95$ , 1500 U./min, 50 Hz, 9000 V

Als Generator:

6600 kVA,  $\cos \varphi = 0,7$ , 1500 U./min, 50 Hz, 9000 V

Bei der Inbetriebsetzung wird zuerst der den Zubringerpumpenmotor direkt speisende Transformator eingeschaltet, worauf die Zubringerpumpe zu fördern beginnt und die Hauptpumpe füllt. Ist diese vollständig entlüftet, so wird sie in Betrieb gesetzt: Der mit einer besonders Anlaufwicklung versehene Synchronmotor wird auf einen Generator des Kraftwerkes Turtmann geschaltet, der mit normaler Drehzahl läuft und auf etwa 3000 V erregt ist. Der Pumpenmotor wird durch Steigerung der Erregung am Generator bis zur normalen Spannung von 9000 V auf synchrone Drehzahl gebracht. Hierauf wird durch die Fernbetätigung der Eckringschieber langsam geöffnet, und die Pumpe beginnt Wasser

<sup>1)</sup> Bull. Oerlikon 1926, Nr. 63/64.

<sup>2)</sup> Bull. SEV 1932, Nr. 2, S. 25.