

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 26 (1935)  
**Heft:** 22

**Artikel:** Erfahrungen mit Niederspannungsreglern  
**Autor:** Aeberhard, Fritz  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1060343>

### **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:** 03.04.2026

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

## Erfahrungen mit Niederspannungsreglern.

Von Fritz Aeberhard, Langenthal.

621.316.722 : 621.316.1

Die 7530 Einwohner zählende Gemeinde Langenthal konsumiert jährlich 7,8 Mill. kWh. Die Benützungsdauer der jährlichen Maximalleistung beträgt 5290 h. Das Sekundärnetz wird von 8 gut ausgerüsteten Transformatorstationen aus mit Einheitsspannung 380/220 V betrieben. Die Energie wird vom E.W. Wynau A.-G. in 9000 V bezogen<sup>1)</sup>.

Die Bestrebungen der Verwaltung gehen dahin, den Abonnenten möglichst gleichmässige Spannung zu liefern. Das wird mit der Ausbreitung der Elektrizitätsanwendungen immer nötiger, weil viele Apparate gegenüber Spannungsschwankungen recht empfindlich sind. Die Abgabespannung, gemessen bei den Transformatorstationen, soll bei 220 V Nennspannung 230 V betragen. Infolge reichlich bemessener Sekundärnetze ist der Spannungsabfall in den Leitungen sehr klein. Es zeigte sich aber doch, dass trotz gut ausgerüsteter und dimensionierter Transformatorstationen und reichlicher Leitungsquerschnitte die Abgabespannung zu gewissen Zeiten zu hoch wurde, nämlich 240 bis 245 V. Diese hohen Spannungen tra-

die Firma Brown, Boveri & Cie. einen Niederspannungsregler für Drehstrom entwickelt, welcher stufenlos regelt<sup>2)</sup>. Das ist nun ein grosser Vorteil. In Langenthal sind bereits 3 Stück zu je 400 kVA eingebaut. Der Bereich ist  $\pm 8\%$ , was ausreichend ist. Das Ansprechen erfolgt bei  $\pm 1\%$  Spannungsänderung. Einer dieser Brown-Boveri-Regler wurde im August 1933 in der Nähe einer grossen Schreinerei installiert. Solche Betriebe haben rasch aufeinanderfolgende, grosse Belastungsschwankungen. Der Regler wurde absichtlich dorthin placiert, um ihn im strengen Betrieb zu erproben. Er muss während der Arbeitszeit fast jede Minute einmal regeln. Trotz zweijähriger, angestrenzter Betriebsdauer weist der Apparat keine Spuren von Abnützung auf. Es wäre ja nicht nötig, für einen solchen Betrieb die Spannung auf  $\pm 1\%$  zu halten. Der Versuch wurde aber gemacht, um den Regler streng zu erproben. Regler, welche in Stationen mit gemischter Abgabe untergebracht sind, haben selbstverständlich viel weniger oft zu regulieren.

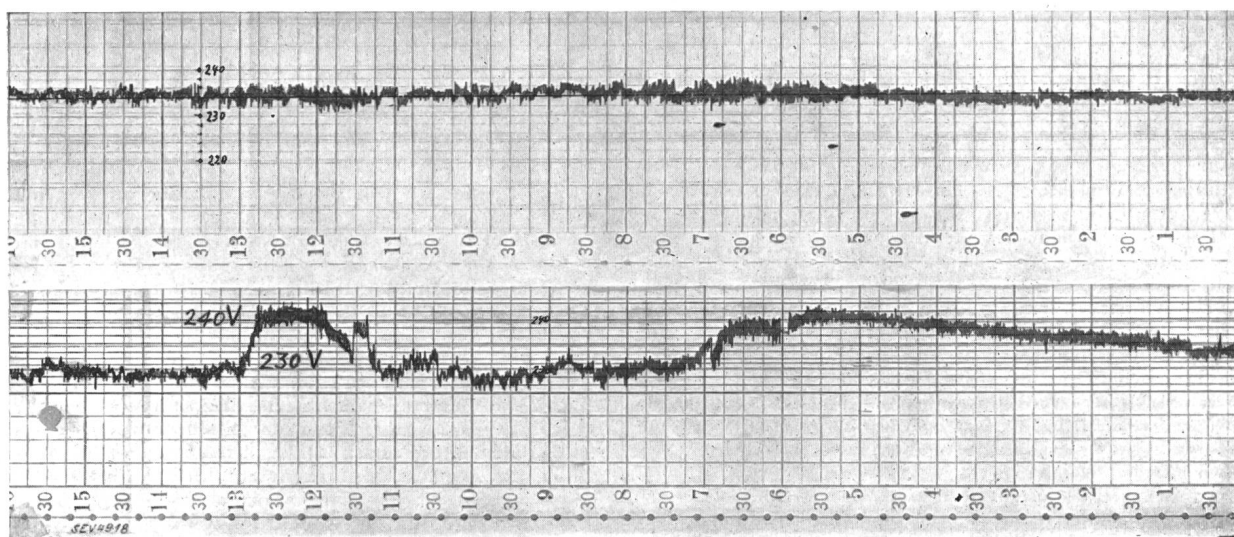


Fig. 1.

Spannungsdiagramme, aufgenommen in der Station «Säge», Montag, den 14. Mai 1934;  
oben: geregelte Spannung, unten: unregulierte Spannung.

ten in der Regel am frühen Morgen, von der Abschaltzeit der Heisswasserspeicher an bis zum Fabrikbeginn, dann in der Mittagszeit und am Abend zwischen Ende Fabrikzeit und Beginn der Beleuchtungszeit auf. Während der eigentlichen Fabrik- und Beleuchtungszeit blieb die Spannung mit 230 V normal. Auf Ersuchen hin hat das energieliefernde Werk die Primärspannung in den genannten Zeiten, soweit das ihm wegen der Benützung derselben Primärleitung für weiter entfernte liegende Ortschaften möglich war, an die Spannungsverhältnisse in Langenthal angepasst. Trotzdem blieben unliebsame Erhöhungen der Sekundärspannung zu gewissen Zeiten bestehen. Die gleichen Verhältnisse hatte man auch von Samstagmittag bis Montag früh.

Um Abhilfe zu schaffen, wurde zuerst der Bau einer primären Regulierstation studiert, die für die hiesigen Verhältnisse etwa 30 000 Fr. gekostet hätte. Eine individuelle Regulierung für jede Station wäre allerdings so nicht möglich gewesen. Aus der technischen Literatur ging hervor, dass die Siemens-Schuckert-Werke einen einfachen, billigen Niederspannungsregler für Drehstrom bauen. Im Dezember 1932 wurden zwei solcher Apparate für je 400 kVA Leistung gekauft. Der Bereich beträgt in 2 Stufen auf- und abwärts je 8 Volt. Das Ansprechen erfolgt bei  $\pm 1,5\%$  Spannungsänderung. Nach Behebung anfänglicher Fehler arbeiten diese Apparate jetzt korrekt und genau. In der Zwischenzeit hat auch

Die sorgfältig durchgeführten Messungen haben gezeigt, dass mit solchen Reglern die Abgabespannung in den Transformatorstationen, ganz unabhängig von Primärspannung und Belastung, genau auf 228 bis 230 V bleibt, was sicher ein sehr schönes Ergebnis ist. Die Regler sind einfach, brauchen praktisch fast keine Wartung, nehmen wenig Platz ein und sind gut zu installieren. Infolge der gemachten guten Erfahrungen sollen auch die andern Stationen nach und nach mit den Reglern ausgerüstet werden. Zur selbsttätigen Erhöhung der Spannung können diese Regler mit Kompoundierung versehen werden. Diese Massnahme ist im Langenthaler Netz noch nicht nötig, weil infolge reichlich dimensionierter Verteilungen der Spannungsabfall ganz bescheiden ist. Es wurde auch ein Versuch mit einem besonders gebauten Niederspannungs-Induktionsregler einer andern Fabrik unternommen, dessen Resultate bis jetzt nicht befriedigen. Es scheint, dass sich der Induktionsregler für solche Aufgaben nicht so gut eignet; besonders ist der Antrieb zu kompliziert. Solche Apparate sind auch teuer.

Neuerdings haben verschiedene andere Fabriken den Bau solcher Niederspannungsregler aufgenommen.

Mit Niederspannungsreglern ist es also auf billige Weise möglich, den Abonnenten konstante Spannung zu liefern, was auf die Lebensdauer und Ausnützung von Lampen und Appa-

<sup>1)</sup> Vergl. Bull. SEV 1931, Nr. 8, S. 199.

<sup>2)</sup> Siehe Bull. SEV 1934, Nr. 22, S. 597.

raten von grosser Bedeutung ist. Die Regler eignen sich auch zum Einbau bei einzelnen Fabriken und in lange Leitungen. Der Einbau von Niederspannungsreglern wäre im Netz Langenthal ja nicht unbedingt nötig gewesen, aber man will den Dienst am Kunden pflegen. Solche Spannungserhöhungen in

den Zeiten schwacher Belastung treten jedenfalls in vielen Netzen auf. Der Niederspannungsregler ist ein gutes Mittel zur Beseitigung solcher Schwankungen.

Fig. 1 zeigt in 2 Registrierstreifen den Unterschied zwischen geregelter und unregelter Sekundärspannung.

### Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

#### Eine neue Hochfrequenzquelle grosser Leistung.

621.313.12 : 621.025.6

Für eine Reihe von Fabrikationsprozessen sind Wechselströme bestimmter Frequenzbereiche üblich geworden; Tabelle I gibt einige Beispiele:

Tabelle I.

Vorgang	übliche Frequenz (Hz)
Einbrennen von Autoschutzblech-Emaile	360
Metall schmelzen und legieren . . . . .	900 bis 2000
Fabrikation von Rasierklingenstahl . . . . .	4800
Ozon-Erzeuger . . . . .	5000
Rohr-Schweissung . . . . .	30 000
Kleine Induktions-Schmelzöfen . . . . .	40000 bis 50000
Sterilisieren von Milch . . . . .	50 000

Zur Erzeugung dieser Wechselströme sind dreierlei Einrichtungen gebräuchlich: 1. Maschinen, 2. Hochvakuumröhren, 3. Gasentladungsröhren. Obwohl sie die nötigen Leistungen bei kleinen Betriebskosten abgeben können und die Lebensdauer relativ gross ist, so bedeuten doch die hohen Erstellungskosten solcher Anlagen einen erheblichen Nachteil. Die Maschinen benötigen ein gutes Fundament und sind schwer. Der Hochvakuumröhren-Generator erfordert für die Anodenspannung hochgespannten Gleichstrom (Gleichrichter) und hat einen ziemlich grossen Raumbedarf. Die neueren Generatoren mit gasgefüllten Röhren arbeiten zwar direkt an der Netzspannung, sind in der Anschaffung etwas billiger und erfordern weniger Raum, aber über 1500 Hz wachsen die Kosten mit der Frequenz.

Nun steht der Industrie noch eine vierte Generatorart zur Verfügung, bei der eine neu entwickelte Lichtbogenröhre verwendet wird; ihre Gestehekosten sind niedriger, die Betriebskosten bleiben ebenfalls gering, sie arbeitet direkt an der üblichen Netzspannung, liefert ausreichende Leistung zwischen 1000 und 100 000 Hz, hat eine ziemlich grosse Lebensdauer, ist einfach im Aufbau und nimmt bei verhältnismässig kleinem Gewicht nur wenig Raum ein.

Die *Bogenentladungsröhre* enthält in einem Glaskolben zwei Elektroden und ist mit einem inerten Gas gefüllt, das unter hohem Druck steht; sie wird bereits für 50 und 500 Watt ausgeführt. Gegenüber dem früheren Lichtbogengenerator hat diese Röhre den Vorteil, dass sowohl der Elek-

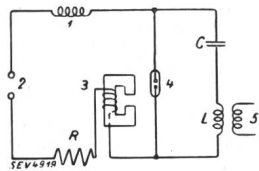


Fig. 1.  
Schema eines Lichtbogen-  
generators (Magnetgebläse  
(3) und Röhre (4) sind ge-  
trennt gezeichnet).  
1 Drosselspule.  
2 Netz.  
3 Magnetfeld.  
4 Röhre.  
5 Belastung.

trodenabstand als auch der Gasdruck im Zusammenhang mit der abzugebenden Leistung optimal gewählt werden können; ferner wird die Röhre vor dem Einfüllen des inerten Gases gründlich entgast (Wasserdampf, Sauerstoff), was gleichmässige Leistung sichert und die Lebensdauer vergrössert.

Die Schaltung dieses neuartigen Lichtbogengenerators ist schematisch in Fig. 1 dargestellt; sie deckt sich im Prinzip mit der bekannten Lichtbogengeneratorschaltung.

Der Kondensator C lädt sich über den Stabilisierungswiderstand R auf; ist die Ladespannung hoch genug, so erfolgt in der Entladungsröhre der Durchbruch, die ionisierte Gasstrecke zwischen den Elektroden wirkt momentan als

Kurzschluss und der Kondensator entlädt sich im Schwingkreis «L—C—Röhre». Durch die Schwingung wird C entgegengesetzt aufgeladen, die Röhre erhält entgegengesetzte Spannung, der Lichtbogen löscht unter Mitwirkung des transversalen Magnetfeldes, das die ionisierte Gaswolke aus der Lichtbogenstrecke bläst, und der Vorgang beginnt erneut. Die Drosselspule riegelt die Hochfrequenz vom Netz ab. Durch geeignete Wahl von R erhält man eine ungedämpfte Schwingung, für deren Frequenz bekanntlich das Produkt (L·C) massgebend ist.

In wirtschaftlicher Hinsicht scheint der Lichtbogenröhren-Generator für industrielle Zwecke günstiger zu sein als die bisher üblichen Einrichtungen. — (L. D. Miles, Electr. Eng. März 1935.) H. B.

#### Elektronenoptisches Verfahren zur Prüfung von Glühkathoden.

621.385.833

*Elektronenmikroskope* <sup>1)</sup>.

1932 erschienen etwa gleichzeitig, einerseits von Knoll und Ruska <sup>2)</sup>, andererseits von Brüche und Johannson <sup>3)</sup>, Arbeiten, die über Anordnungen berichteten, mit denen man die von einem Punkte ausgehenden Elektronenstrahlen auch wieder zu einem Punkte vereinigen kann und darüber hinaus imstande ist, komplizierte emittierende Objekte auf einem Fluoreszenzschirm abzubilden. Da auf dem Schirm das Bild des Gegenstandes stark vergrössert erscheint, wurde für beide Anordnungen der Name «Elektronenmikroskop» gewählt. Im Gegensatz zum Lichtmikroskop ist dieser Name ein Sammelbegriff für durchaus verschiedene Abbildungssysteme. Ausserdem ist zu beachten, dass das Elektronenmikroskop ein Projektionsinstrument ist. Dass magnetische und elektrische Felder eine sammelnde Wirkung auf Elektronenstrahlen ausüben können, ist schon länger bekannt.

Grundlegend für die Entwicklung des Elektronenmikroskops und für das gesamte Arbeitsgebiet, das man heute als «Elektronenoptik» bezeichnet, sind die theoretischen Unter-

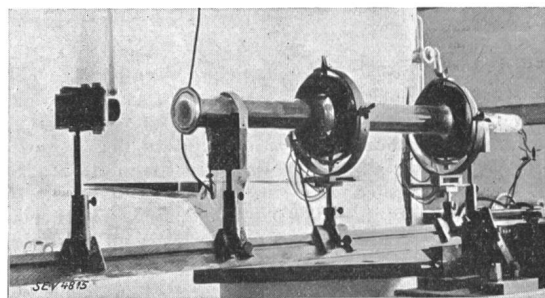


Fig. 1.  
Magnetisches Elektronenmikroskop.

suchungen von Busch <sup>4)</sup>, der nachwies, dass eine magnetische Spule nicht nur Elektronenstrahlen sammeln kann, sondern auch, wie eine lichtoptische Linse, Bilder elektronenemittierender Objekte erzeugt.

Die Konsequenzen aus der Buschschen Arbeit zogen Knoll und Ruska (Hochspannungs-Institut der T.H. Berlin). Sie konstruierten eine optisch arbeitende «kurze» (d. h. kurzes

<sup>1)</sup> Ausführliche und vollständige Darstellung des gesamten Gebietes: E. Brüche und O. Scherzer, «Geometrische Elektronenoptik», Berlin Springer 1934.

<sup>2)</sup> Ann. Physik, Bd. 12 (1932), S. 607. Z. Physik, Bd. 78 (1932), S. 318.

<sup>3)</sup> Naturwissensch., Bd. 20 (1932), S. 353.

<sup>4)</sup> Ann. Physik, Bd. 81 (1926), S. 974.