

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 38 (1947)
Heft: 20

Artikel: Lichtregulierung bei der Hochspannungs-Fluoreszenzröhre
Autor: Gruber, W.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1061446>

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: 15.01.2026

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

suchungen nicht den eigentlich gewünschten relativen Kurvenverlauf. Eines darf aber aus den Messungsergebnissen geschlossen werden; wenn nämlich die relative Reemissionskurve unter den obigen Messbedingungen flach verläuft, dann verläuft sie auch für diffus auffallendes Licht flach. Unsere Messergebnisse zeigten nun keinerlei Unregelmässigkeiten im Kurvenverlauf. Folglich darf man annehmen, dass die in Tabelle I angegebenen Reflexionszahlen auch wirklich zum Licht der dabei stehenden Wellenlänge gehören.

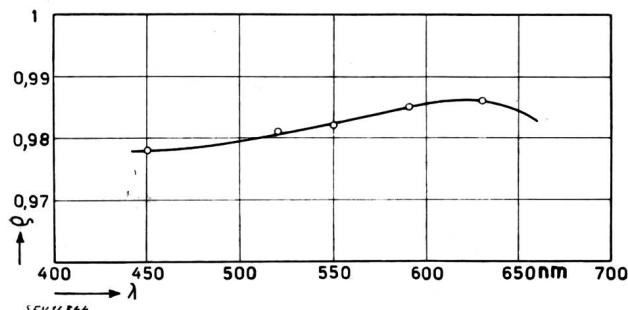


Fig. 5
Reemissionskurve der Barytweissplatten
e Reflexionszahl

Die Reemissionskurve der Barytweissplatte, die sich sowohl aus den relativen, als auch aus den absoluten Messungen ergab, ist in Fig. 5 dargestellt.

Zum Schluss sei noch einmal darauf hingewiesen, dass die beschriebene Messmethode sich nur zur Bestimmung von Reflexionszahlen bei diffus auffallendem Licht eignet. Falls die Probeplatten das Licht nicht nach dem Lambertischen Cosinusgesetz, also nicht rein diffus reflektieren, sind diese Reflexionszahlen wohl von jenen zu unterscheiden, die man für gerichtet auffallendes Licht erhalten würde. Die uns zur Untersuchung zugestellten Barytweissplatten besitzen aber keine ideal diffus reflektierende Fläche, sondern sie weisen einen wenn auch nur geringen Glanz auf.

Literatur

- [1] Commission Internationale de l'Eclairage, compte rendu, Genève 1924, S. 68.
- [2] Handbuch der Lichttechnik Bd. 1, S. 348.
- [3] DIN-Normblatt 5033, Farbmessung, Grundlagen der Verfahren, 2. Ausgabe 1944, S. 5.
- [4] Helwig, Das Licht Bd. 8(1938), S. 242.
- [5] Taylor, Journ. Opt. Soc. Amer. Bd. 21(1931), S. 776.
- [6] Preston, Trans. Opt. Soc. London Bd. 31(1929/30), S. 15.
- [7] Ulbricht, Das Kugelphotometer.
- [8] Weigel und Knoll, Licht und Lampe 1928, S. 753.
- [9] Helwig und Pirani, Das Licht Bd. 4(1934), S. 177.
- [10] König, Helv. Phys. Acta Bd. 17(1944), S. 571.
- [11] Mäder F., Helv. Phys. Acta Bd. 18(1945), S. 125.

Adresse des Autors:

Dr. F. Mäder, Eidg. Amt für Mass und Gewicht, Heinrich-Wild-Strasse 3, Bern.

Lichtregulierung bei der Hochspannungs-Fluoreszenzröhre

Von W. Gruber, Neuhausen

621.327.4 : 535.37

Nachdem Versuche gezeigt hatten, dass mit dem System der Hochspannungs-Fluoreszenzröhre auf einfache Weise Lichtregulierung — im besonderen Fall bis zur völligen Verdunklung — möglich ist, wurde 1942, erstmals in der Schweiz, eine Kinosaalbeleuchtung, bestehend aus Hochspannungs-Fluoreszenzröhren mit Argon-Quecksilber-Füllung, installiert. Es wird dargelegt, warum eine so weit gehende Dämpfung des Lichtstromes und besonders auch der umgekehrte Vorgang beim Wiedereinschalten möglich ist. Auf Hochspannungs-Fluoreszenzröhren mit Neon-Füllung lässt sich das beschriebene Vorgehen nicht anwenden.

Allgemeines über Fluoreszenzröhren-Beleuchtung

Die Mehrzahl der von massgebenden Spezialfirmen installierten Beleuchtungsanlagen werden heute unter Verwendung von Fluoreszenzröhren ausgeführt. Diese Leuchtröhren stehen in zwei grundätzlich verschiedenen Ausführungsformen zur Verfügung.

Die Hochspannungs-Fluoreszenzröhre wird in Länge und Form beliebig von Fall zu Fall fabriziert und mit einem Hochspannungs-Streufeldtransformator betrieben.

Die Niederspannungs-Fluoreszenzröhre (Fluoreszenzlampe) wird in wenigen Standardelementen geliefert und unter Zwischenschaltung eines Zündgerätes an das Niederspannungsnetz, z. B. von 220 V, direkt angeschlossen.

Bei der Projektierung einer Beleuchtungsanlage mit Fluoreszenzlampen stellt sich also zunächst die

Des essais ayant prouvé qu'il est facile de régler, même jusqu'à extinction complète, la lumière émise par des tubes fluorescents à haute tension, une salle de cinéma a été équipée pour la première fois en Suisse, en 1942, de tubes fluorescents à haute tension à remplissage d'argon et de mercure. L'auteur démontre pourquoi un affaiblissement aussi considérable du flux lumineux est possible, de même que le processus inverse, lors du réenclenchement. Ce système de réglage n'est toutefois pas applicable aux tubes à remplissage de néon.

Frage nach der zweckmässigen Wahl des Lampentyps. Ausführliche Beschreibungen über den technischen Aufbau der beiden Lichtquellen und der zugehörigen Betriebsgeräte erschienen im Bulletin des SEV¹⁾.

Die Qualität des Lichtes und die Wirtschaftlichkeit der Anlagen können in vielen Fällen bei beiden Systemen als gleichwertig taxiert werden. Die Möglichkeit der Lichtregulierung dagegen ist eine Besonderheit des Systems der Hochspannungs-Fluoreszenzröhre.

Anwendung der Lichtregulierung

In folgenden Fällen von besonderer praktischer Bedeutung wird heute von der Reguliermöglichkeit Gebrauch gemacht:

¹⁾ Guanter, J.: Moderne und künftige Lichtquellen. Bull. SEV Bd. 37(1946), Nr. 3, S. 60...67.

Gruber, W.: Die Hochspannungs-Fluoreszenzröhre als Lichtquelle. Bull. SEV Bd. 37(1946), Nr. 18, S. 534...535.

1. Regulierung im Bereich von 20...30 % zur Anpassung der Beleuchtungsstärke installierter Anlagen an die momentanen Bedürfnisse, sowie Kompensation des Lichtstromabfalles nach 3000...5000 Betriebsstunden.

Von dieser Möglichkeit wird seit der Einführung der Hochspannungs-Fluoreszenzröhre für Beleuchtungszwecke Gebrauch gemacht. Es werden zu diesem Zweck Streufeldtransformatoren verwendet, die entweder durch Primäranzapfungen, oder durch Streufeldregulierung verschiedene Sekundärspannungen erzeugen. Die gewünschte Beleuchtungsstärke wird bei der Inbetriebsetzung der Anlage ein reguliert und kann später durch Umschalten geändert werden. Infolge dieser Möglichkeit sind heute noch Anlagen mit Hochspannungs-Fluoreszenzröhren nach bald 20 000 Betriebsstunden in gebrauchsfähigem Zustand, was übrigens auch der zweckmässigen Konstruktion und der sorgfältigen Schweizerfabrikation ein recht gutes Zeugnis ausstellt.

2. Regulierung der Beleuchtungsstärke bis zur Verdunkelung. Bei Kino- und Konzertsaalbeleuchtungen wird heute von diesem Extremfall Gebrauch gemacht. Nach erfolgversprechenden Versuchen wurde, erstmals in der Schweiz im Jahre 1942, eine Kinosaalbeleuchtung installiert. Die stufenlose Lichtregulierung bis zur Verdunkelung ist einwandfrei erreicht worden, so dass nachher weitere derartige Anlagen ausgeführt werden konnten. Da weder in der schweizerischen, noch in der ausländischen Fachliteratur Veröffentlichungen darüber zu finden sind, scheint es angezeigt, die neuesten Untersuchungen auf diesem Gebiet den interessierten Kreisen zur Kenntnis zu bringen.

Technik der Lichtregulierung

Die Lichtregulierung bei Hochspannungs-Fluoreszenzröhren erfolgt in gleich einfacher Weise wie bei den Glühlampen durch Änderung der Spannung. In der Regel wird ein gewöhnlicher Schieberwiderstand verwendet. Am konstruktiven Aufbau der Fluoreszenzröhre und auch am Transformator müssen dabei keine Änderungen vorgenommen werden.

Es überrascht zunächst, dass nicht nur eine Lichtregulierung, ausgehend von der normalen Belastung stufenlos bis zur Verdunkelung, sondern auch umgekehrt, ein allmähliches Einschalten des Lichtes, von der Verdunkelung ausgehend, möglich ist. Eine Erklärung dieser Tatsache ist nun einfach und eindeutig nach den Messungen, die mit dem statischen Voltmeter auf der Hochspannungsseite im Betriebszustand des Transformators ausgeführt wurden.

Betriebsverhalten des Streufeldtransformators

Es sei daran erinnert, dass der Transformator zwei Aufgaben erfüllen muss:

a) Transformation der zur Verfügung stehenden Netzspannung auf die zur Einleitung der Gasentladung erforderliche Zündspannung. Die Höhe der Zündspannung ist im Wesentlichen abhängig von der Totallänge der in Serie angeschlossenen Leucht-

röhren. Sie beträgt z. B. 7500 V für 12,80 m Leuchtrohr in 4 Systemen.

b) Stabilisierung der durch die Zündspannung eingeleiteten Gasentladung auf den für Lichtausbeute und Lebensdauer optimalen Wert, der für die untersuchten Beleuchtungsröhren 100 mA beträgt.

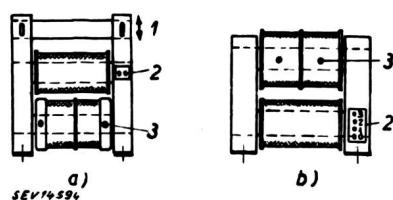


Fig. 1
Typen von
Streufeldtrans-
formatoren
1 Joch einstell-
bar;
2 Primär-An-
schluss (Anzap-
fungen);
3 Sekundär-An-
schluss.

Es gibt brauchbare Transformatoren verschiedener Bauart. Die beiden gebräuchlichen Typen sind in Fig. 1 dargestellt.

Form der Betriebsspannungs-Kurve

Aus Fig. 2 ist ersichtlich, wie sich die sinusförmige Primärspannung durch die besonderen Betriebsverhältnisse im Fluoreszenzrohr (Niederdruck-Edelgasentladungslampe) stark verzerrt.

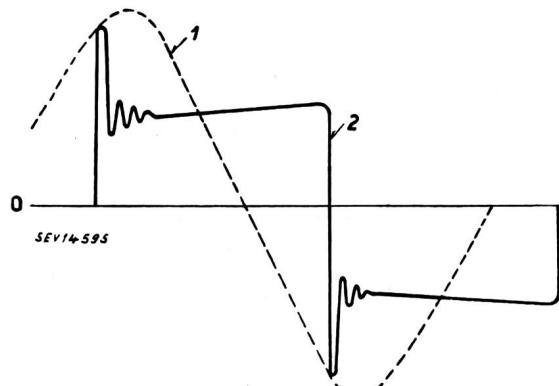


Fig. 2
Form der Spannungskurve
1 unbelastet; 2 belastet

Resultat der Untersuchung

Die Messungen wurden ausgeführt mit Hochspannungs-Fluoreszenzröhren, die in der Schweiz nach dem System der Ets. Claude-Paz & Silva, Paris, fabriziert werden. Die Füllung dieser Leuchtrohre besteht im wesentlichen aus Argon und metallischem Quecksilber unter bestimmtem Druck; die Elektroden sind in Form und Material passend konstruiert. Es wurde ein Transformator in der Ausführung mit Primäranzapfungen verwendet, der, auf die erwähnten Röhren passend entwickelt, in der Schweiz hergestellt wird. Grundsätzlich gelten die Beobachtungen auch für andere Fabrikate.

Die Messungen wurden an einer der 3 im Schema Fig. 3 dargestellten Lichtgruppen, bestehend aus 4 Leuchtröhren von je 320 cm Länge durchgeführt. Für eine Messung wurde auch ein Kondensator, der zur Verbesserung des Leistungsfaktors dient, eingebaut.

Am meisten interessiert der Verlauf der Betriebsspannung U_2 und des Röhrenstromes I_2 in Funktion der Primärspannung U_1 . Aus Fig. 4 ist auch der Verlauf des $\cos \varphi$ ersichtlich.

Während bei der Reduktion der Primärspannung von 220 auf 130 V der Röhrenstrom annähernd proportional von 100 mA auf 5 mA zurückgeht, bleibt die Betriebsspannung an den Röhren fast konstant. Dies ist die charakteristische Eigenschaft des Streufeldtransformators der Fluoreszenzröhre.

Durch geeignete Wahl der Sättigung wird der grosse Spannungsabfall bei Normallast nur noch unbedeutend bei der kleinsten Belastung, bei der das Rohr noch stabil arbeitet. Diese Feststellung erklärt das einwandfreie Betriebsverhalten der Niederdruk-Gasentladung in den angegebenen Grenzen, die

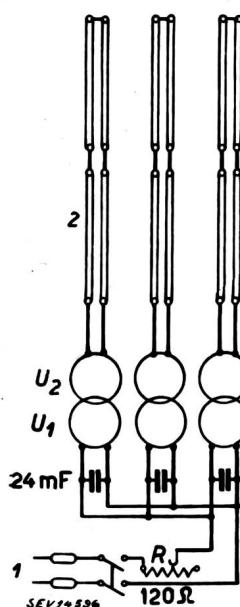


Fig. 3
Schema der Versuchsgruppe
1 Netz; 2 Fluoreszenz-Röhren.

übrigens für eine einwandfreie Verdunkelungsschaltung reichlich genügen.

Fig. 5 zeigt den Verlauf des Lichtstromes in Funktion des Röhrenstromes. Nach Erreichen der kleinen Belastung von 5 mA muss die Anlage ausgeschaltet werden, weil sie dann in einen labilen Betriebszustand kommt. Das sehr schwache Licht beginnt zu flackern. Die Primärspannung beträgt noch 130 V.

Die Messungen gelten für Fluoreszenzröhren mit Ar-Hg-Füllung. Diese leuchten je nach dem verwendeten Fluoreszenzstoff weiß, blau, grün oder gelb. Fluoreszenzröhren mit Neongasfüllung (rot, orange oder rosé leuchtend) lassen sich nicht regulieren. Untersuchungen haben gezeigt, dass in diesem Fall schon bei der Reduktion der Primärspannung um 10...20 % ein labiler Zustand der Gasentladung

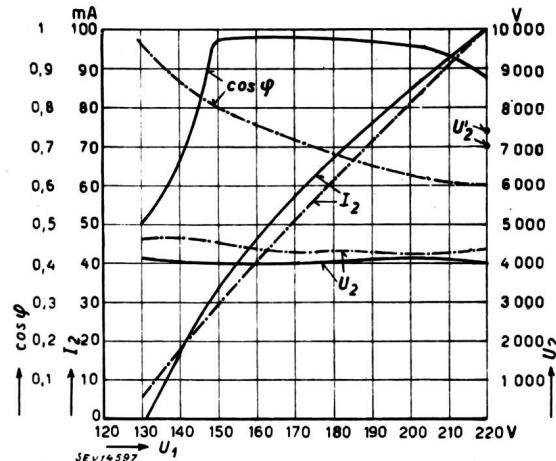


Fig. 4
Betriebsspannung U_2 , (U_2') Sekundärspannung bei Leerlauf), Röhrenstrom I_2 und $\cos \varphi$ in Funktion der Primärspannung U_1
— mit Kondensator
--- ohne Kondensator

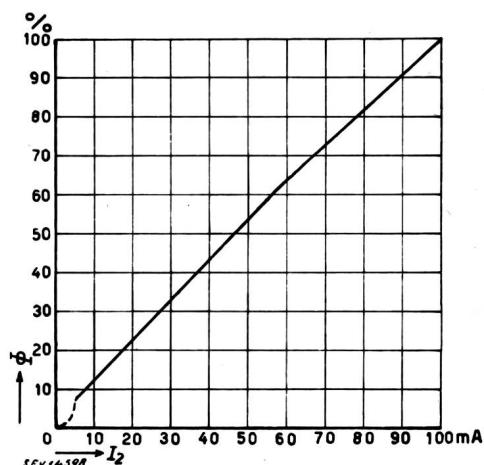


Fig. 5
Lichtstrom ϕ in Funktion des Röhrenstromes I_2

erreicht ist. Die Leuchtröhren flackern, bevor sie in der Lichtstärke merklich zurückgegangen sind.

Adresse des Autors:

W. Gruber, dipl. Ing., Neuhausen am Rheinfall.

Wirtschaftliche Mitteilungen — Communications de nature économique

Das Elektrizitätswerk Zürich an die Bevölkerung der Stadt zur Lage der Elektrizitätsversorgung

621.311(494)

Wie in den vergangenen Jahren orientiert die Direktion des EWZ (Elektrizitätswerk der Stadt Zürich) die Bevölkerung wieder in verdienstvoller Weise über die Lage. Die erste derartige Mitteilung dieser Saison erschien am 19. September 1947. Sie lautet folgendermassen:

«Damit liegt auch der zweite Nachkriegswinter hinter uns. Ohne die von Monat zu Monat verschärften Einschränkungsmaßnahmen wäre die Aufrechterhaltung der Energieversorgung nicht möglich gewesen. Die ganze Sorge gilt nun der rechtzeitigen Wiederauffüllung der Staubecken.»

So lauteten die letzten Sätze im Schlussrapport des EWZ vom 3. April 1947 über die Elektrizitätsversorgung im Winter 1946/47.

Dem langen, trockenen Winter 1946/47 mit seinem grossen Mangel an Niederschlägen folgte naturgemäss eine wenig er-

giebige Schneeschmelze, die schon aus den Schneehöhen der Meßstellen auf nur 60 % einer normalen berechnet wurde. Die Grundfüllung der grossen Speicherbecken blieb daher unter dem normalen Stand — die Sommerniederschläge wurden entscheidend für den Umfang der Wasserreserven bei Beginn des Winters 1947/48.

Der Sommer 1947 war regenarm und heiss, wie noch nie seit Jahrzehnten — die Sommerniederschläge erreichten in der Nordostschweiz nur 60 % des langjährigen Mittels der Regenmengen. Die Wasserführung der Flüsse ist denkbar schlecht; sie spiegelt sich im Rhein, der weniger als die Hälfte des normalen Septemberwassers führt.

Die Produktion der Laufwerke fiel auf etwa 13 Mill. kWh pro Tag gegenüber 12 Mill. kWh pro Tag am 4. Dezember 1946 des schlechten Winters 1946/47 und 18 Mill. kWh pro Tag bei normaler Wasserführung.

Der Wasserinhalt der Speicherseen ist mehr als 120 Mill. kWh kleiner als zur gleichen Zeit des Vorjahrs; er geht von Tag zu Tag zurück. Insgesamt erreicht die Füllung zwei Wo-