Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 61 (1970)

Heft: 13

Artikel: Neue Leuchtstofflampen für Innenraum-Beleuchtung

Autor: Kühl, B. / Eckhardt, K.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-915952

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

Neue Leuchtstofflampen für Innenraum-Beleuchtung

Von *B. Kühl* und *K. Eckhardt*, München

1147-1151

621.327.534:628.973

In der Lampentechnik waren die 60iger Jahre ein Jahrzehnt der Hochdrucklampen. Über den zum Teil erstaunlichen Fortschritten auf diesem Gebiet sind die Leuchtstofflampen, ungeachtet ihrer grossen wirtschaftlichen Bedeutung, etwas in den Hintergrund getreten. Die Entwicklung war hier gekennzeichnet durch eine stetige Weiterentwicklung der Leuchtstoffe zu höheren Lichtausbeuten und besseren Farbeigenschaften. In den letzten 20 Jahren sind durchschnittlich etwa 2 % an Lichtausbeute pro Jahr gewonnen worden. Der Aufwand, der hierfür getrieben werden muss, ist gross und wird immer grösser.

Eine weniger kontinuierliche Entwicklung hat sich auf einem anderen Teilgebiet vollzogen. Das ist die Kontrolle des Quecksilber-Dampfdruckes. Sie ist der Gegenstand dieses Aufsatzes. Um zu zeigen, von welcher Bedeutung diese Aufgabe ist, sei erwähnt, dass jedes Grad, um das die Betriebstemperatur der Lampe von der optimalen Temperatur abweicht, einen Verlust an Lichtausbeute bis zu 1 % verursacht.

Am Anfang, in den 30iger Jahren, war die Aufgabe einfach. Man wählte Abmessungen und Leistungsaufnahme der Lampe so, dass die Temperatur der den Hg-Dampfdruck bestimmenden kältesten Stelle gerade so hoch war, dass sich der für die Lichtausbeute der Lampe optimale Dampfdruck einstellte. Als dann — etwa Mitte der 50iger Jahre — höhere Lichtströme verlangt wurden, wurde die Dampfdruckkontrolle zum Problem. Wenn man die Leistungsaufnahme der Lampen erhöhen wollte, so musste dies geschehen, ohne dass der Hg-Dampfdruck dabei zunahm. Dies liess sich — bei unvermeidlich steigender Temperatur der Lampe — nur dadurch erreichen, dass künstlich Zonen niedrigerer Temperatur in der Lampe angebracht wurden. Eine Reihe verschiedener Ausführungen sind zu diesem Zweck konstruiert worden (Power-Groove-Lampen; VHO- und SHO-Lampen; Power-Twist-Lampen und Kühlzapfenlampen).

Daneben besteht auch die Möglichkeit, den Hg-Dampfdruck auf chemischen Wege zu kontrollieren, denn über einem Amalgam ist der Dampfdruck stets niedriger als über reinem Hg. Man braucht also nur die Zusammensetzung des Amalgams passend zu Leistungsaufnahme und Abmessungen der Lampe zu wählen, um immer den optimalen Dampfdruck zu erhalten. Nach diesen Prinzipien wurden Leuchtstofflampen mit Leistungsaufnahmen von 100...215 W konstruiert, die sich in der Zwischenzeit einen steigenden, aber immer noch kleinen Marktanteil erobert haben.

Weit wichtiger wurde eine andere Gruppe von neuen Lampen, die Mitte der 60iger Jahre erschien:

Durch Fortschritte in der Leuchtentechnik bedingt — es wurden modernere, kleinere, engere Leuchten, bestückt mit mehr Lampen, verwendet —, waren selbst bei Verwendung der Standardlampen von 40 und 65 W die Temperaturen in den Leuchten so hoch, dass der Lichtstrom der Lampen bis zu 30 % abnahm. Da in diesem Fall die Temperatur auch in der Umgebung der Lampen hoch ist, ist das chemische Verfahren zur Dampfdruckerniedrigung das einzig praktisch mögliche (Fig. 1).

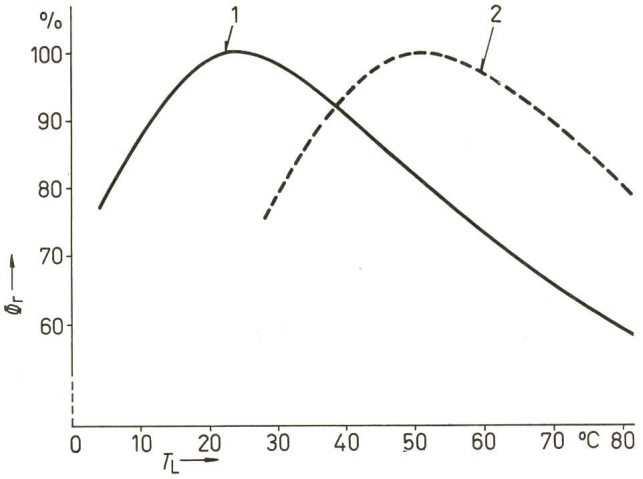


Fig. 1
Der Lichtstrom von 40-W-Leuchtstofflampen mit und ohne Amalgam
1 Standard-L-Lampe; *2* Cd-Amalgam-L-Lampe
Φ_r relativer Lichtstrom; T_L Lufttemperatur in Umgebung der Lampe

Die Betrachtung der Kurve *1* in Fig. 1 zeigt ein Problem auf: das Zwischengebiet, also den Bereich von etwa 35 bis 45 °C. Es gibt eine ganze Reihe von Leuchten, in denen Temperaturen herrschen, die in diesem Bereich liegen, z. B. die nach unten offenen Reflektorleuchten oder die Rasterleuchten. Bei diesen Leuchten wird es schwierig, zu entscheiden, ob die Verwendung von Amalgamlampen wirtschaftlich vorteilhaft ist oder nicht. Man kann zwar im allgemeinen davon ausgehen, dass Amalgamlampen vorzuziehen sind, wenn in der Leuchte 80 W oder mehr installiert sind. Dies ist aber nur eine Faustformel, die nicht in jedem Fall anwendbar ist. Für den häufig vorkommenden Fall der Leuchten mit 2 × 40 W ist sie zu ungenau.

Eine denkbare Lösung des Problems wäre es, eine dritte Typenreihe einzuführen, die zwischen den beiden anderen liegt, also Lampen herzustellen, die etwa bei 40 °C ihren maximalen Lichtstrom erreichen. Dies wäre aber keine besonders glückliche Lösung, weil dann immer noch die Entscheidung getroffen werden müsste, welche von drei in Frage kommenden Lampen die richtige ist. Diese Situation kann nur verbessert werden durch eine Lampe, deren Lichtstrom viel weniger — am besten gar nicht — von der Temperatur abhängt.

Die weitere Untersuchung der Eigenschaften der Amalgamlampen zeigte Möglichkeiten, die Temperaturabhängigkeit des Lichtstromes stark zu vermindern. In den bisherigen Amalgamlampen ist das Amalgam in Pillenform an der kältesten Stelle der Lampe, an der Kolbenwand, angebracht. Bei Änderung der Raumtemperatur ändert sich die Temperatur des Amalgams um den gleichen Betrag. Als Folge davon hat die Lichtstromkurve der Amalgamlampe, wie die Fig. 1 zeigt, etwa die gleiche Form wie die der Hg-Lampe; sie ist nur um einen Betrag verschoben, der gegeben ist durch die Zusammensetzung des Amalgams.

Es gibt aber auch Stellen in der Lampe, deren Temperatur weniger stark von der Umgebungstemperatur abhängt als die

der Kolbenwand. Dies ist die Umgebung der Elektrode. Die Temperatur dieser Zone hängt, ausser von der Umgebungstemperatur, auch von der in den Elektrodenfällen umgesetzten Leistung ab. Wenn die Umgebungstemperatur zunimmt, so steigt die Temperatur in der Elektrodennähe zwar auch an, aber um einen kleineren Betrag, weil die Elektrodenverlustleistung mit steigendem Hg-Dampfdruck abnimmt. Ein Amalgam, das in dieser Gegend angebracht ist, macht also die Temperaturschwankungen der Umgebung nur zum Teil mit. Das bedeutet, dass auch der Dampfdruck, und damit der Lichtstrom, weniger stark von der Umgebungstemperatur abhängen werden.

Es gibt aber noch einen weiteren Grund, der dafür spricht, das Amalgam an einem Ort hoher Temperatur anzubringen. Die Dampfdruckkurven von Amalgamen über der Temperatur aufgetragen verlaufen um so flacher, je weniger Hg das Amalgam enthält. Das heisst, bei einer bestimmten Temperaturdifferenz ist die Dampfdruckänderung über reinem Hg grösser als über einem Amalgam. Fig. 2 zeigt, dass z. B. bei einer Temperaturerhöhung von 20 Grad bei Hg der Dampfdruck von 6 auf 25 m Torr steigt, bei einem Amalgam, das für eine Betriebstemperatur von etwa 90 Grad ausgelegt ist, dagegen nur von 6 auf 17 mTorr. Dadurch nimmt im ersten Fall der Lichtstrom Φ um 12 %, im zweiten aber nur um 6 % ab.

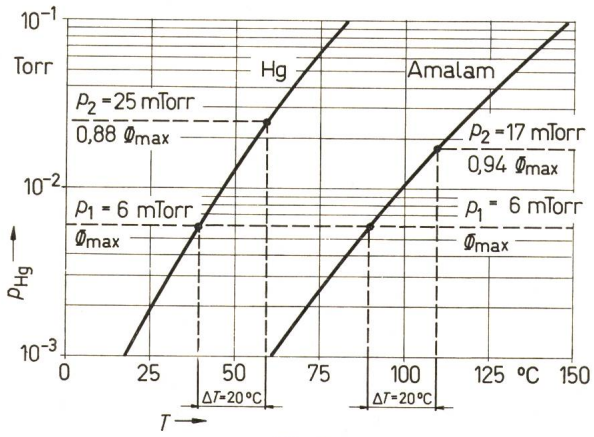


Fig. 2
Der Dampfdruck über Quecksilber und Amalgam in Abhängigkeit von der Temperatur
p_{Hg} Dampfdruck des Quecksilbers; T Temperatur

Bei den hohen Temperaturen (etwa bei 90 °C) wird Indiumamalgam verwendet, das gegenüber dem bisher verwendeten Cadmiumamalgam auch Eigenschaften hat, die zu einer weiteren Verbreitung der Lichtstrom-Temperaturkurve beitragen. Das Indium wird geschmolzen und als Ring auf die Lampenfüsse gespritzt. Das Quecksilber wird erst während der Herstellung in die Lampe eingefüllt, wobei die Amalgambildung während des Herstellungsprozesses stattfindet. Der einzige von aussen sichtbare Unterschied zur Standardlampe ist jetzt nur noch der Stempel.

Das Ergebnis dieser Arbeiten zeigen die Fig. 3 und 4.

Die Zusammensetzung des Amalgams wurde so gewählt, dass die Lampen den maximalen Lichtstrom bei 35 °C abgeben. Dadurch wurde erreicht, dass die Lampen bei praktisch allen in der Innenraumbeleuchtung vorkommenden Umgebungstemperaturen höhere Lichtströme liefern als die Standardlampen. Mehr als 95 % ihres maximalen Lichtstromes geben die letzteren in einem Temperaturintervall von 20 Grad. Bei Indium-Amalgamlampen beträgt es 40 Grad.

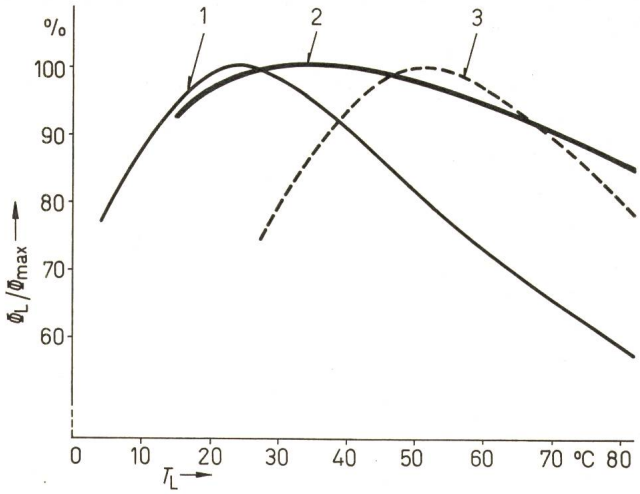


Fig. 3
Lichtstrom-Temperatur-Kurve von Standard-, Cd-Amalgam- und Indium-Amalgam-Leuchtstofflampen von 40 W
1 Standard-Lampe; *2* L-Lampe mit Indiumamalgam; *3* L-Lampe mit Cd-Amalgam
T_L Lufttemperatur in Umgebung der Lampe; Φ_L/Φ_{max} relativer Lichtstrom

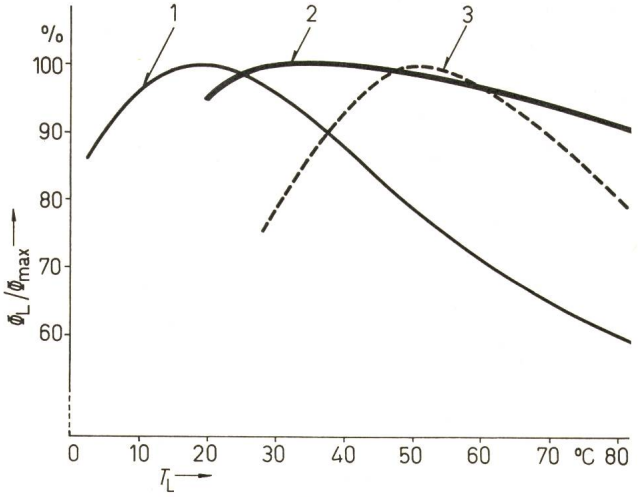


Fig. 4
Wie Fig. 3, aber von 65-W-Lampen
Bezeichnungen siehe Fig. 3

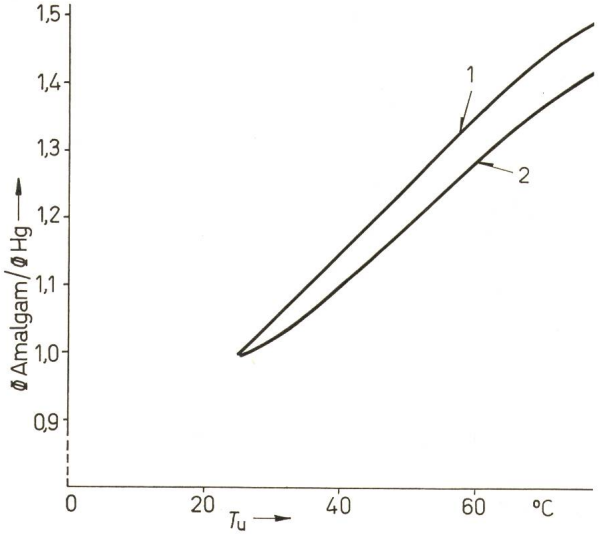


Fig. 5
Der Lichtstrom von Amalgamlampen, bezogen auf den Lichtstrom der Standardlampen
1 65-W-Lampen; *2* 40-W-Lampen; T_u Umgebungstemperatur

Fig. 5 zeigt den Lichtstromgewinn, der durch Indium-Amalgamlampen erreicht werden kann, in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur. Da die Leistungsaufnahme von Lampe und Vorschaltgerät von der Temperatur weitgehend unabhängig ist, gelten diese Kurven auch für die Lichtausbeute.

Es wäre natürlich wünschenswert, nicht nur einen Lichtstromgewinn, sondern auch eine Kosteneinsparung in Abhängigkeit von der Temperatur anzugeben. Wegen der vielen Parameter, die in eine Wirtschaftlichkeitsrechnung eingehen, würde sich hier nicht eine Kurve, sondern ein breites Band ergeben, das wenig Aussagekraft besitzt. Die Situation soll hier nur mit zwei typischen Beispielen beleuchtet werden und auch nur mit Relativzahlen, weil der Einfluss einer Reihe von Parametern, wie Betriebsstunden pro Jahr, Leuchtenwirkungsgrad u.a., dann vernachlässigbar wird.

Das erste Beispiel sind Rasterleuchten, mit zwei Lampen bestückt; die Gesamtkosten für den Betrieb mit Standardlampen sind gleich 100 % gesetzt. Bei Verwendung von Amalgamlampen mit 40 W sinken die Kosten um 4 %, bei 65-W-Lampen um 15 %. Bei Deckenaufbauleuchten mit zwei Lampen und mit Kunststoff-Prismenwanne werden bei 40-W-Amalgamlampen 10 % und bei 65-W-Lampen 25 % der Gesamtkosten der Beleuchtungsanlage eingespart. Hier sei eingefügt, dass die Lampen in allen Drossel-Starter-Schaltungen ohne irgendwelche Änderung der Anlage verwendet werden können.

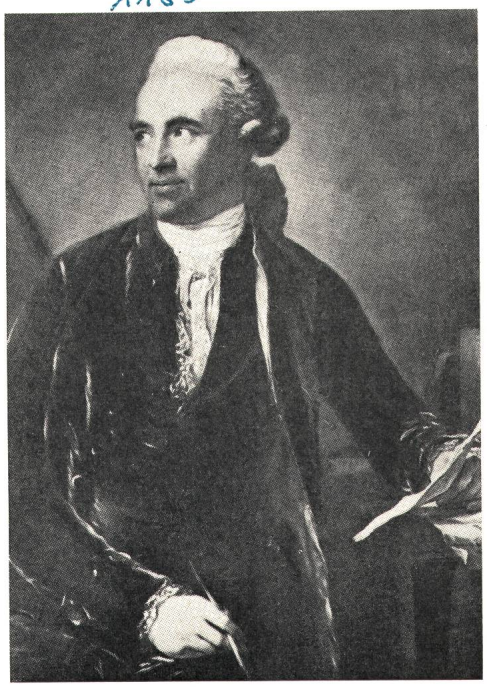
Ausgehend vom Diagramm in Fig. 5 kann man berechnen, von welcher Mindest-Umgebungstemperatur ab die Verwendung von Amalgamlampen wirtschaftlich ist. Indium ist teuer, die Lampen werden sich daher nicht ohne Mehrpreis herstellen lassen. Dieser Mehrpreis muss natürlich durch einen Lichtausbeutegewinn mindestens kompensiert werden. Dies wird erreicht bei den 40-W-Lampen bei Temperaturen oberhalb von 30 °C und bei 65-W-Lampen ab 27 °C. In offenen Lichtleisten werden diese Temperaturen sicher nicht erreicht; in allen übrigen Innenraumleuchten sind aber die neuen Lampen wirtschaftlicher als die Standardlampen.

Adresse der Autoren:
Dr. *Bernhard Kühl* und Dr. *Klaus Eckhardt,* Osram GmbH, Hellabrunnerstrasse 1, D-8 München 90.

JOHANN GEORG SULZER

1720 — 1779

1185



Kunstmuseum Winterthur

25 Kinder aus zwei Ehen hatte Ratsherr und Säckelmeister Heinrich Sulzer in Winterthur. Das jüngste war der am 16. Oktober 1720 geborene Johann Georg. Als er 14 Jahre alt war, starben seine beiden Eltern am gleichen Tag an Fleckfieber.

Obwohl es den Jungen zur Naturwissenschaf tzog, musste er Pfarrer werden. Er lebte bei Pfarrer Christoph Gessner in Zürich, wo er mit dessen Sohn, dem nachmaligen Naturforscher Johann Gessner, sowie mit Johann Jakob Scheuchzer bekannt wurde. Diese Männer halfen ihm weiter. Nach einer einzigen Vikariatsstelle wandte er sich von der Theologie ab, wurde Hauslehrer an deutschen Fürstenhöfen. 1745 kam er nach Berlin, lernte dort Euler kennen, wurde Mathematikprofessor und bald darauf Mitglied der Berliner Akademie der Wissenschaften. Neben den Naturwissenschaften interessierte sich Sulzer auch für das Schöne, und er verfasste eine «Theorie der schönen Künste». Dies trug ihm unter den Sulzern den Beinamen «der Ästhetiker» ein.

Aus dem Briefwechsel mit Albrecht Haller weiss man, dass Johann Georg Sulzer im Jahre 1752 bei Selbstversuchen feststellte, falls zwei verschiedene Metalle mit der Zunge in Berührung kommen, Geschmacksempfindungen ausgelöst werden. Er führte diese Erscheinung auf «Vibrationen» zurück, ging der Sache aber nicht nach. In Tat und Wahrheit hatte Sulzer galvanische Ströme beobachtet, die dann Galvani 28 Jahre später (1880) an Froschschenkeln entdeckte.

Johann Georg Sulzer, der unter seinen Zeitgenossen als einer der universalsten, tiefsinnigsten und liebenswürdigsten Philosophen galt, starb am 27. Februar 1779 in Berlin.

Seine älteste Tochter, Elisabeth, heiratete den Dresdener Hofmaler Anton Graff, von dem das oben wiedergegebene Portrait stammt.

H. Wüger