

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 30 (1939)
Heft: 2

Artikel: Leuchtstoff-Quecksilberdampf-Lampen
Autor: Guanter, J.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1060797>

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: 25.04.2025

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

SCHWEIZERISCHER ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

BULLETIN

REDAKTION:
Generalsekretariat des Schweiz. Elektrotechn. Vereins und des
Verbandes Schweiz. Elektrizitätswerke, Zürich 8, Seefeldstr. 301

ADMINISTRATION:
Zürich, Stauffacherquai 36 ♦ Telefon 51.742
Postcheck-Konto VIII 8481

Nachdruck von Text oder Figuren ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit Quellenangabe gestattet

XXX. Jahrgang

N^o 2

Mittwoch, 18. Januar 1939

Kurzvorträgeveranstaltung des SEV

vom 9. Juli 1938 in Freiburg.

(Fortsetzung des Berichtes aus Nr. 26 (1938) und Nr. 1, S. 23, und Schluss.)

Leuchtstoff-Quecksilberdampf-Lampen.

Referat, gehalten an der Kurzvorträgeveranstaltung des SEV vom 9. Juli 1938 in Freiburg,
von J. Guanter, Osram A.-G., Zürich.

621.327.4 : 535.37

Die physikalischen Grundlagen und die Entwicklung der Quecksilberdampf-Lampe werden kurz und prägnant dargelegt. Die verschiedenen Typen und deren Anwendung werden beschrieben. Dann wird auf die Leuchtstoffe eingegangen, welche die Eigenschaft haben, den kurzwelligeren, unsichtbaren oder wenig sichtbaren Teil der Strahlung in Licht zu verwandeln, und auf die Entwicklung und die Eigenschaften der Leuchtstofflampen, bei denen die Innenseite des Aussenkolbens mit solchem Leuchtstoff überzogen ist.

L'auteur expose de façon brève et précise les bases physiques et la genèse de l'éclairage à la vapeur de mercure. Il décrit les différents types de lampes et leurs applications. Il s'arrête ensuite aux luminophores, c'est-à-dire aux substances qui ont le pouvoir de transformer en lumière les rayonnements courts invisibles ou peu visibles de ces lampes. Finalement, il décrit le principe et les propriétés des lampes à luminophores, dont l'ampoule extérieure est revêtue au dedans d'une couche de matière luminescente.

Es ist bekannt, dass die Strahlungsverteilung der Quecksilber-Entladung mit wechselndem Dampfdruck eine Veränderung erfährt¹⁾. Bei sehr geringem Druck (z. B. 0,01 mm Hg-Säule) liegt das Maximum der Strahlung bei der Resonanzlinie von 253,7 m μ und wird vom Auge nicht als Licht wahrgenommen. Die wenigen, im Sichtbaren befindlichen Spektrallinien senden alle miteinander nur etwa 40 % der unsichtbaren Maximal-Strahlung als Licht aus. Die Ausbeute der im Sichtbaren liegenden Linien ist für Blau am grössten; daher haben Quecksilber-Niederdruck-Röhren ein Licht von bläulicher Farbe.

Mit steigendem Quecksilberdampfdruck hüst das Strahlungsmaximum im Unsichtbaren seine überragende Ausbeute immer mehr ein und beträgt z. B. bei einem Druck von 800 mm nur noch etwa 5 % dieses Maximums. Dafür treten viele neue Spektrallinien im Unsichtbaren auf, und das Maximum der Strahlungsausbeute stellt sich nun bei den allerdings immer noch unsichtbaren Wellenlängen von 365 bis 366,3 m μ ein. Für die Verwendung der Quecksilber-Entladung als Lichtquelle ist aber der Umstand von Vorteil, dass die im Sichtbaren liegenden Spektrallinien immer grössere Ausbeute erhalten, und zwar nehmen sie gegenüber der Niederdruck-Entladung je nach Druck von 400 bis 12 300 mm um insgesamt 20 bis 150 % zu.

Eine Zusammenstellung²⁾ der absoluten Strahlungsausbeuten typischer Quecksilber-Spektrallinien im Wellenbereich von 240,0 bis 1014,0 m μ bei verschiedenen Dampfdrucken von etwa 10⁻⁵, 0,5, 1, 5, 10 und 16 kg/cm² ist in Tabelle I gegeben.

Tabelle I.

Wellenlänge oder Wellenlängenbereich m μ	Absolute Strahlungsausbeute in % bezogen auf 100 Watt der Säule zugeführte Leistung für einen Dampfdruck von					
	0,01 mm Niederdruck	400 mm	800 mm	4000 mm	7800 mm	12300 mm Ueberhochdr.
240,0 (unsichtbar)		0,16	0,21			
246,4 "		0,05	0,09			
248,3 "		0,42	0,53			
253,7 "	15,80	0,97	0,68			
257,6 "		0,06	0,08			
260,3 "		0,07	0,11			
264,0 "		0,10	0,14			
265,2 - 265,4 "		0,76	0,98	1,06	0,92	0,69
269,9 "		0,16	0,23	0,15	0,15	0,12
275,3 - 276,0 "		0,13	0,17	0,14	0,15	0,12
280,3 - 280,5 "		0,37	0,55	0,39	0,40	0,34
289,4 "		0,20	0,26	0,28	0,33	0,30
292,5 "		0,08	0,11	0,08	0,09	0,07
296,7 "	0,29	0,50	0,74	0,85	0,96	0,90
302,2 - 302,6 "		1,05	1,42	1,37	1,42	1,20
312,6 - 313,2 "	1,27	2,25	2,72	2,72	2,79	2,64
334,1 "		0,26	0,37	0,37	0,45	0,48
365,0 - 366,3 "	1,20	3,32	4,30	4,81	5,11	5,17
404,7 (sichtbar violett)	1,35	1,04	1,14	1,43	1,95	2,23
435,8 " blau)	2,24	1,87	2,10	2,38	3,24	3,60
546,1 " grün)	2,12	2,20	2,76	4,09	5,00	5,76
577,0 - 579,0 " gelb)	0,71	2,50	3,42	3,55	4,17	4,21
690,7 (sichtbar rot)		0,05	0,08			
1014,0 (unsichtbar)	1,27	0,83	1,18			

¹⁾ H. Krefft, Z. techn. Physik 1934, S. 554.

H. Krefft und E. Summerer, Licht 1934, Heft 1, 2, 5, 6.

²⁾ H. Krefft, K. Larché und F. Rössler, Z. techn. Physik 1936, S. 374.

Aus dieser Uebersicht folgt auch, dass die Intensität der für das Auge sichtbaren Strahlen verändert wird, und zwar nimmt mit steigendem Druck der Grün- und Gelbgehalt wesentlich schneller zu als der Violett- und Blauanteil. Deshalb ist die Lichtfarbe der Hochdruck-Quecksilberdampf-Lampen wesentlich weisser als jene der Niederdruck-Röhren; sie hat aber mit dem Tageslicht noch keine Aehnlichkeit, da ihr jede Rotstrahlung fehlt.

Bei noch stärkerer Erhöhung des Dampfdruckes im Entladungsgefäss ergeben sich wiederum Verschiebungen der Strahlung innerhalb des Wellenbereiches, und es treten Verbreiterungen der Spektrallinien auf. Auch kommt ein kontinuierlicher Untergrund zum Vorschein, der ins Rot vorrückt und die Lichtfarbe der Lichtquelle «tageslichtähnlicher» macht³⁾. Solche Lampen, die ausserdem eine überaus hohe Lichtausbeute aufweisen und sich für Scheinwerfer und Projektions-Apparate eignen, sind heute noch in der Entwicklung begriffen.

Aber schon die Erkenntnis, dass mit Dampfdruck bis etwa 16 kg/cm² eine wesentliche Lichtausbeute-Verbesserung zu erzielen ist, hat zum Bau von Quecksilberdampf-Lampen geführt, die bereits auf dem Markt erhältlich sind⁴⁾. Voraussetzung dafür war die Verwendung von Quarz für die Entladungsröhre, das den auftretenden Temperaturen und Drucken standhält. Das Quarzrohr wird in gewöhnliche, innenmattierte Glühlampenkolben eingeschmolzen, so dass keine kurzwelligeren Strahlen (Ultraviolett) mit biologischem Einfluss ausgesandt werden und somit auch keine schädlichen Wirkungen auftreten können.

Diese Lampen werden in zwei Typen hergestellt und weisen folgende Daten auf:

Tabelle II.

	HgQ 300	HgQ 500
Lichtstrom int. lm	3 000	5 000
Leistungsaufnahme der Lampe allein . . . W	75	120
mit Drosselspule . . . W	83	130
Zündspannung V	220	220
Brennspannung V	125	125
Stromstärke A	0,7	1,1
Lichtausbeute (einschl. Drossel) . . . lm/W	36	38,5
Leuchtdichte (mit innen- mattiert. Aussenkolben) Stilb	40	40
Sockel	Ed. 27	Ed. 27
Brennlage	beliebig	beliebig
Lebensdauer (im Mittel) . Stdn.	2 000	2 000

Sie dienen heute bereits für viele Anwendungen der Innen- und Aussen-Beleuchtung und werden meist in Mischlicht-Armaturen, mit Glühlampen kombiniert, verwendet. Dadurch wird dem Quecksilberlicht der fehlende Rotgehalt zugefügt, und zwar für Innen-Anlagen je nach Ansprüchen an die Treue der Körperfarben bis zu einem Lichtstrom-Verhältnis von 1 : 1. Für Aussen-Anlagen genügt meist ein Zusatz an Glühlampenlicht von hal-

ber bis gleicher elektrischer Leistung der Quecksilberdampf-Lampen.

Für Anwendungen, bei denen nicht nur das Licht, sondern auch ein Ultraviolett-Anteil der Strahlung erforderlich ist, wie z. B. in der Photographie, für die Reproduktion und Lichtpauserei, zur Lichtechtheitsprüfung, beim Bleichen, werden auch Quecksilberdampf-Lampen mit ultraviolett-durchlässigem Aussenkolben (unter der Bezeichnung HgQS 300 und HgQS 500⁵⁾ geliefert.

Für andere Fälle, wo sozusagen kein Licht gewünscht wird und nur die unsichtbare und kurzwellige sichtbare Strahlung erforderlich ist, wie z. B. bei Untersuchungen in der Medizin, Biologie, Mineralogie, Lebensmittelchemie sowie für Echtheitsprüfungen von Papieren und Gemälden, in Färbereien, werden diese Lampen mit einem dunkelvioletten, fast lichtundurchlässigen Aussenkolben (unter der Bezeichnung HgQS 300 B1 und HgQS 500 B1⁵⁾ hergestellt. Diese Lampen sind ausserdem zur Fluoreszenzanregung auf wissenschaftlichen Gebieten und zur Anregung von Leuchtfarben in der Werbung und auf der Bühne geeignet.

Die eigentümliche Eigenschaft der Leuchtstoffe, den unsichtbaren oder wenig sichtbaren Anteil der Strahlung in sichtbares Licht umzuwandeln, hat der Entwicklung neuer Lampen einen völlig neuen Weg gewiesen. Es ist das Verdienst von Lenard, Thomascheck, Claude, der Auergesellschaft, der Studiengesellschaft für elektrische Beleuchtung⁶⁾ und anderer, das Wesen solcher leuchtender Stoffe gedeutet, entwickelt und erprobt zu haben, so dass heute praktisch verwertbare Leuchtstoffe zur Verfügung stehen.

Der Mechanismus des Leuchtens derartiger Stoffe ist ausserordentlich kompliziert und noch nicht in allen Teilen erforscht. Man kennt aber bereits einige Eigenschaften ziemlich genau und weiss, wie sie beeinflusst werden können. So ist es z. B. sicher, dass die Temperatur einen grossen Einfluss auf die Leuchterscheinungen ausübt, denn bei ausserordentlich niedrigen Temperaturen lässt sich das bei einzelnen Stoffen auftretende Nachleuchten unterbinden, während durch starke Erwärmung das momentane Leuchten verhindert werden kann. Ferner ist eine Reihe von Leuchtstoffen durch atmosphärische Einwirkungen beeinflussbar.

Bei den neuen Leuchtstoff-Quecksilberdampf-Lampen ist die Innenseite des Aussenkolbens mit einer geeigneten leuchtenden Substanz überzogen. Es werden dadurch zwei Vorteile erzielt: Zunächst wird, wie schon erwähnt, der unsichtbare oder wenig sichtbare Anteil der Strahlung in Licht umgewandelt, und zwar ist der Gewinn des zusätzlichen Lichtes grösser als der Verlust, der beim Durchgang des bereits sichtbaren Lichtes durch den Leucht-

⁵⁾ Lampentypen HgHS 1000 und HgHS 5000, resp. HgHS 1000 B1 sind ebenfalls erhältlich.

⁶⁾ Bull. SEV 1936, Nr. 15, S. 146.

N. Riehl und P. M. Wolf, Licht 1936, Heft 3, S. 41.
A. Claude, Comptes-rendus du Congrès international des Applications de l'Eclairage 1937, p. 99.

E. C. Andresen, Licht 1938, Heft 3, S. 50.

³⁾ Bull. SEV 1936, Nr. 14, S. 393.

⁴⁾ K. Larché und M. Reger, ETZ 1937, S. 790.

C. A. Atherton, Comptes-rendus du Congrès international des Applications de l'Eclairage 1937, p. 97.

stoff auftritt. Bei richtiger Wahl des Farbstoffes gelingt es sodann, die Farbe des Quecksilberlichtes zu verbessern und so einen tageslichtähnlicheren Eindruck zu erzielen. Vergleicht man Farbproben im Lichte von Quecksilberdampf-Lampen mit und ohne Leuchtstoff, so ist sofort zu erkennen, dass die Lampe mit Leuchtstoff die Farben natürlicher wiedergibt.

Es hat vieler Studien und Versuche bedurft, bis ein Leuchtstoff gefunden wurde, der möglichst gleichzeitig allen Anforderungen genügt. Natürlich ging das Bestreben dahin, die hohen Strahlungsausbeuten im Unsichtbaren auszunutzen und insbesondere eine Substanz ausfindig zu machen, die möglichst vom Energiemaximum bei 365 bis 366,3 $m\mu$ angeregt wird, gleichzeitig ihre Emission im Orange und Rot besitzt und ausserdem keine zu stark schwächende Wirkung für das sichtbare Licht der Quecksilberdampf-Lampe bewirkt. Einen solchen Leuchtstoff fand man im Zinksulfid mit einer geringen Beimischung von Kadmium und Kupfer.

Interessant ist, dass schon vor 25 Jahren dieser Weg an der Cooper-Hewitt-Lampe versucht worden war, nur wurde damals fluoreszierendes Rhodamin verwendet⁷⁾. Rhodamin ist durch langwelliges Ultraviolett ebenfalls erregbar und gibt eine starke Ausstrahlung in Rot; aber es besitzt eine sehr starke Absorption im Blau, Grün und Gelb, also gerade dort, wo die sichtbare Strahlung der Quecksilberdampf-Lampe liegt. Der Gewinn an Rot würde durch den Verlust an den übrigen Farben mehr als wettgemacht, so dass die Lichtausbeute der Lampe schlechter würde und die Anforderungen an die Lichtfarbe doch nicht erfüllt werden könnten.

Der Vollständigkeit halber sei noch kurz erwähnt, dass auch bei Niederdruck-Quecksilber-Röhren, die in der Lichtreklame gebraucht werden, die Verwendung von Leuchtstoffen Eingang gefunden hat, nur dass hier wegen der anderen Energiestrahlung auch andere Stoffe in Betracht kommen. Da hier vielfach der Wunsch nach bunten Farben vorhanden ist, lassen sich mit besonderen fluoreszierenden Substanzen, die entweder auf die Innenwand des Glasrohres gestäubt oder in das Glas eingeschmolzen werden, völlig neue Farben erzielen.

Die Leuchtstoff-Hochdruck-Quecksilberdampf-Lampen werden in glühlampenähnlicher Form in den zwei Typen HgL 300 für 3000 int. lm und HgL 500 für 5000 int. lm hergestellt. Innenaufbau

⁷⁾ K. Norden, ETZ 1914, Nr. 4, S. 95.

und elektrische Daten sind genau dieselben wie bei den gewöhnlichen Hochdrucklampen, so dass auch die gleichen Vorschaltgeräte Verwendung finden können. Einzig die Abmessungen sind etwas grösser, und die HgL 500 ist nicht mit einem normalen Edison-, sondern mit einem Goliathsockel ausgerüstet. Wenn auch durch Verwendung des Leuchtstoffes, der keine kurzwelligen Strahlen austreten lässt und somit jede biologische Wirkung unterbindet, eine gewisse Erhöhung des Lichtstromes eintritt, so werden die Leuchtstoff-Lampen doch mit dem gleichen Nennlichtstrom wie die gewöhnlichen Hochdruck-Typen ausgezeichnet. Es ist also anfänglich mit einer höheren Lichtausbeute zu rechnen, die allerdings durch die etwas stärkere Abnahme des Lichtstromes im Laufe des Gebrauchs auf das normale Mass zurückgeht. Die Brennlage der Lampen ist senkrecht hängend mit einer zulässigen Abweichung von $\pm 45^\circ$ von der Senkrechten. Es ist aber zu erwarten, dass die Lampen später auch in weiteren Lagen verwendet werden dürfen⁸⁾. Die mittlere Lebensdauer der Leuchtstoff-Lampen ist ebenfalls 2000 Stunden und die Leuchtdichte beträgt etwa 5 Stilb.

Infolge der verbesserten Lichtfarbe kommen die Leuchtstoff-Lampen überall da in Betracht, wo das reine Quecksilberlicht nicht befriedigt, aber anderseits ein tageslichtähnliches Mischlicht nicht nötig ist. Die Lichtfarbe der Leuchtstoff-Lampen entspricht ungefähr einem Mischlicht aus Quecksilber- und Glühlampenlicht im Verhältnis 5 : 1. Die Leuchtstoff-Lampen kommen somit hauptsächlich für Aussen- und Innen-Beleuchtungsanlagen in Betracht, wo gegenüber dem reinen Quecksilberlicht eine Farbverbesserung gewünscht wird.

Während des Vortrages demonstrierte der Referent verschiedene Typen von Quecksilberdampflampen, insbesondere die Leuchtstofflampe.

Der Vorsitzende verdankt den Vortrag bestens. Die Technik der Lichterzeugung ist vielen Schweizer Technikern etwas fremd; um so mehr interessieren uns die sehr lehrreichen Mitteilungen des Herrn Guanter, der uns mit der neuesten Entwicklung bekanntgemacht hat. Zweifellos stehen uns auf dem Gebiete der Lichterzeugung noch grosse Ueberraschungen bevor.

Die Diskussion wird nicht benützt.

⁸⁾ Dieses Ziel wurde inzwischen erreicht; die heute erhältlichen Lampen können in jeder Brennlage verwendet werden.

Die Verhüttung der schweiz. Eisenerze im elektrischen Ofen.

Referat, gehalten an der Kurzvorträgeveranstaltung des SEV vom 9. Juli 1938 in Freiburg,
von G. Keller, Brugg, und Diskussion.

669-187(494)

Krieg und Wettrüsten haben die Frage der Verwertung einheimischer Eisenerzvorkommen unter Zuhilfenahme der Elektrizität in Betracht kommen lassen. Im folgenden werden unter Hinweis auf die während des Weltkrieges in Schweden begonnenen Versuche die Möglichkeiten einer ähnlichen Verhüttung in der Schweiz erwogen. Es hat sich gezeigt, dass bei einer Zusammenarbeit aller in Frage kommenden Kreise die Möglichkeit, schweizerische Eisenerze zu verwenden, durchaus besteht (vgl. auch Bull. SEV 1938, No. 20).

Les menaces de guerre et la course aux armements ont donné une certaine actualité à l'utilisation de l'électricité pour l'exploitation des gisements indigènes de minerais de fer. Dans le présent article, l'auteur étudie les possibilités de traitement électrique des minerais en Suisse, en se référant aux essais entrepris en Suède pendant la guerre mondiale. Il s'est avéré que, si tous les milieux intéressés y collaborent, il est possible d'utiliser avec succès les minerais suisses (voir également Bull. ASE 1938, No. 20).