

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 25 (1934)
Heft: 11

Artikel: Metaldampflampen und ihre Anwendung
Autor: Guanter, J.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1056557>

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: 24.12.2024

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

Le chauffage urbain, c'est-à-dire la distribution publique de chaleur à domicile, par des canalisations appropriées, est capable d'absorber une quantité considérable de calories⁸⁾. Le graphique fig. 3 montre en effet, que le chauffage domestique absorbe, à lui seul, plus du 20 % de la consommation mondiale de charbon et, abstraction faite de son caractère saisonnier, il ne constitue qu'une partie, importante il est vrai, des besoins urbains.

Dans certaines industries, où l'on absorbe de grandes quantités de chaleur, cette collaboration de la thermique et de la mécanique peut conduire à des résultats intéressants. L'énergie mécanique, obtenue par une première détente de la vapeur, peut être considérée comme un sous-produit de haute valeur commerciale, mais à faible prix de revient. Parmi les industries susceptibles de s'adapter à ces conditions, on peut citer: l'industrie papetière et celle de la cellulose, les usines de produits chimiques, l'industrie du caoutchouc, les brasseries, tanneries, sucreries, etc.

Dans tout ceci, il n'a pas encore été question des moteurs à combustion interne, des moteurs Diesel en particulier. Avec ce genre de moteur, on peut également envisager, dans un but de chauffage, de récupérer les pertes de chaleur provenant soit de l'échappement, soit de l'eau de réfrigération des organes du moteur lui-même. En tenant compte de la mise en valeur de cette chaleur, le rendement effectif d'une installation Diesel peut être porté de 35 à 80 %. D'une manière générale, les moteurs à combustion interne, dont le propre est de servir à l'équipement de stations mobiles (bateaux, avions, automobiles, locomotives, etc.) ne se prêtent pas aussi facilement à la récupération de la chaleur, que les centrales terrestres à vapeur.

En guise de conclusion, on peut relever que l'économie mondiale, dans le domaine des combustibles et des forces hydrauliques, est dominée davantage par la question de la chaleur que par celle de la force motrice, mais que, du fait de la structure même de nos installations de transformation, nos

⁸⁾ Au sujet du chauffage urbain, on pourra utilement se référer au rapport No. 56, «Le chauffage urbain» de M. Ph. Schereschewsky présenté à la dernière session de Stockholm de la WPC.

sources d'énergie (forces hydrauliques mises à part) sont fort mal utilisées. La consommation des combustibles commence à prendre une ampleur telle qu'elle n'est plus proportionnée aux réserves mondiales; il est donc du devoir de tous ceux qui projettent d'exploiter des sources d'énergie thermique de faire des efforts intenses pour en réduire les applications, ou, tout au moins, en améliorer l'utilisation. Ces efforts doivent porter sur une collaboration plus rationnelle des installations produisant de l'énergie électrique ou du travail mécanique avec celles produisant du chauffage, puis sur la substitution progressive de l'énergie hydraulique à l'énergie thermique, partout où elle peut être réalisée convenablement. En procédant ainsi, on ralentira un peu l'utilisation de nos gisements de combustibles minéraux, sans, pour cela, supprimer la marche vers leur épuisement. L'humanité devra donc, un jour, utiliser des sources d'énergie nouvelles, c'est-à-dire des sources qui, aujourd'hui, ne sont pas exploitées, ou encore, dont l'existence n'est peut-être même pas soupçonnée. C'est dans cet ordre d'idées que des projets qui nous paraissent appartenir au domaine de l'utopie (tels ceux dont il est fait mention plus haut à propos de l'inventaire des sources d'énergie, § 3), parce qu'ils ne sont pas proportionnés à la structure économique de notre époque, s'imposeront peut-être d'eux-mêmes, dans un avenir plus ou moins lointain.

Pour terminer, Monsieur Tissot a résumé l'idée directrice de sa conférence en quelques mots sur lesquels les générations futures seront probablement amenées à réfléchir très sérieusement: «N'oublions pas que lorsque nous consommons de l'énergie électrique produite dans des usines thermiques, nous mangeons notre capital, alors qu'au contraire, en consommant l'énergie électrique produite dans des usines hydrauliques, nous ne mangeons que nos intérêts.»

NB. Les données statistiques contenues dans cet article ont été tirées partiellement des sources suivantes:

Vierteljahreshefte zur Konjunkturforschung, herausgegeben vom Institut für Konjunkturforschung, Sonderheft Nr. 19, Berlin 1930.

Statistik des Reichskohlenrates für das Jahr 1932, Berlin.

Annuaire statistique de la Société des Nations 1932/33.

Secrétariat du Comité National Suisse de la WPC.

Metalldampflampen und ihre Anwendung.

Von J. Guanter, Zürich.

621.327

Zusammenfassende Darstellung des Aufbaues und der Eigenschaften der Natriumdampf- und der Quecksilberdampflampe. Ueberblick über den Anwendungsbereich mit Beispielen.

Exposé sommaire de la construction et des propriétés des lampes à vapeur de sodium et à vapeur de mercure. Aperçu des possibilités d'application avec exemples.

Die Metalldampflampen.

Ueber das Wesen der Entladungsröhren, bei denen Metalldämpfe Licht emittieren, wurde hier schon berichtet¹⁾. Im Laufe der letzten zwei Jahre sind die technischen Bedingun-

gen für eine hohe Lichtausbeute und Lebensdauer sowie für eine *regelmässige* Herstellungsqualität so weit gediehen, dass nunmehr von der OSRAM je zwei Typen der Natrium- und Quecksilberdampflampen fabrikmässig herausgebracht werden. Diese Metalldampflampen bilden eine fortlaufende Typenreihe mit folgenden Daten:

¹⁾ Bull. SEV 1932, Nr. 23, S. 629.

Type	Lichtstrom Hlm	Leistungs- aufnahme einschl. Ver- luste in der Drosselspule W	Spannung	Leistungs- aufnahme einer Glüh- lampe glei- chen Licht- stroms W
			V	
Natriumdampf- lampe . . .	3 000	70	180 bis	200
Natriumdampf- lampe . . .	6 000	120		340
Quecksilberdampf- lampe . . .	10 000	275	240	525
Quecksilberdampf- lampe . . .	20 000	550		1000

Die Natriumdampf-
lampe wird röhrenförmig mit je einem
Zweistiftsockel an beiden Enden gebaut. Sie ist für eine
Netzspannung von 220 V Wechselstrom bestimmt, welche für
die Zündung nötig ist. Die Brennspannung beträgt etwa 60 V.
Der Dampfdruck des metallischen Natriums ist praktisch fast
Null, weshalb dem Leuchtrohr auch Neon beigefügt wird,
das eine geringe Anregungsspannung besitzt und die Zündung
bewirkt. Die Entladung erfolgt anfangs ausschliesslich gegen
Neonatom. Damit sind Energieverluste verbunden, die als
Wärme in Erscheinung treten, wodurch das Natrium zum
Verdampfen kommt. Verdampftes Natrium hat aber eine
wesentlich geringere Anregungsspannung als Neon, so dass
im Laufe des Betriebes die Natrium-Bogenentladung einsetzt
und nach etwa fünf Minuten die rote Neon-Lichtfarbe völlig
verschwindet.

Eine technisch brauchbare Entladungsröhre für Nieder-
spannung benötigt zur Einführung des Stromes in das Edel-
gas und in den Metallampf Oxyd-Elektroden. Diese Oxyd-
Elektroden senden aber nur in heissem Zustand Elektronen
aus, weshalb die Elektroden mit kleinen Heiztransformatoren
von sehr geringer Leistung zum Glühen gebracht werden
müssen.

Da die Entladungslampen negative Stromcharakteristik
haben, sind zur Begrenzung des Stromes Ohmsche Wider-
stände oder Drosselspulen erforderlich. Drosselspulen haben
den Vorteil, dass sie die Strombegrenzung fast verlustlos vor-

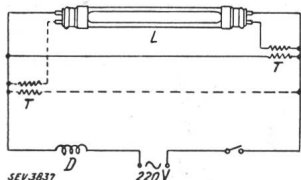


Fig. 1.
Schaltung der Natriumdampf-
lampe. L Lampe, T Heiztrans-
formator, D Drosselspule.

nehmen. Die dadurch auftretende Phasenverschiebung lässt
sich mit Kondensatoren kompensieren. Die Schaltung der
Natriumdampf-
lampe zeigt Fig. 1. Die Heiztransformatoren
liegen an der Zuleitung hinter der Drosselspule und sind für
5 V, 1,5 A, sekundär gewickelt.

Bei den zwei durchgebildeten Typen von 70 und 120 W
erfolgt die eigentliche Bogenentladung in einem Rohr aus
natriumfestem Glas, welches von einem Schutzglas umgeben
ist. Der Zwischenraum ist luftleer gemacht, um die für die
Erhaltung des Natriumdampfdruckes erforderliche Tempera-
tur möglichst verlustlos aufrecht zu erhalten. Die Lichtaus-
beute beträgt 43 bis 50 Hlm/W und ist also 3- bis 3,5mal
höher als bei Glühlampen gleicher Wataufnahme, wobei die
Verluste in der Drosselspule und in den Heiztransformatoren
eingerechnet sind. Die Leuchtdichte ist mit 8 bis 10 Stilb
wesentlich geringer als bei Glühlampen, was hinsichtlich der
Blendungsvermeidung sehr günstig ist.

Das Licht der Natriumdampf-
lampe ist einfarbig gelb, denn
praktisch kommen im Spektrum nur die beiden gelben Na-
triumlinien vor. Die Lichtverteilung in der Ebene senkrecht
zur Röhrenachse ist kreisförmig und in der Ebene der Röh-
renachse selbst ebenfalls annähernd kreisförmig.

Bei den Quecksilberdampf-
lampen, die auch röhrenförmig
hergestellt werden, jedoch wie Glühlampen einseitig gesockelt
sind, handelt es sich um Hochdruck-Entladungsröhren, die

sich durch Einschnürung des Lichtbogens, Reichtum an Spek-
trallinien und hohe Leuchtdichte kennzeichnen. Diese Lam-
pen werden mit Wechselstrom von 220 V unter Vorschaltung
einer Drosselspule betrieben. Fig. 2 zeigt die sehr einfache
Schaltung, bei der Heiztransformatoren nicht nötig sind. Zur
Zündung dient eine Hilfelektrode. Ihr ist der Zündwider-
stand von einigen tausend Ohm vorgeschaltet, um für die
Hilfsentladung die Stromstärke zu verringern. Beim Ein-
schalten entsteht zwischen der Hilfelektrode und der be-
nachbarten Hauptelektrode eine schwache Glimmentladung,

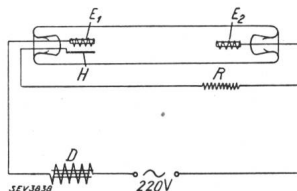


Fig. 2.
Schaltung der Quecksilber-
dampf-
lampe. E₁, E₂ Hauptelek-
troden, H Hilfelektroden,
R Zündwiderstand.

wodurch Elektronen in genügender Menge erzeugt werden,
welche die Entladung nach der zweiten Hauptelektrode er-
möglichen. Da der Dampfdruck des metallischen Quecksil-
bers sehr klein ist, muss zur Einleitung der Glimmentladung
auch hier ein Gas verwendet werden, welches eine geringere
Anregungsspannung besitzt. Man verwendet hierfür Argon,
in welchem sich der Zündungsvorgang und auch der erste
Anfang der Bogenentladung abwickelt. Nach kurzer Zeit hat
sich das Rohr so weit erwärmt, dass genügend Quecksilber-
dampf erzeugt worden ist, der nunmehr die Stromleitung an-
stelle des Argons übernimmt. Im Endzustand, der nach un-
gefähr 5 Minuten erreicht wird, steigt die Brennspannung, je
nach Type, von anfänglich 20 V auf ungefähr 115 bis 120 V,
und jetzt ist die eigentliche Hochdruckentladung mit ihrer
grossen Lichtausbeute vorhanden. Wird die Quecksilber-
dampf-
lampe ausgeschaltet, so kann man sie nicht gleich wie-
der in Betrieb setzen, denn der Dampfdruck ist so gross, dass
eine ziemlich hohe Spannung nötig wäre, um ein neues Zün-
den zu bewirken. Man muss also warten, bis sich das Rohr
etwas abgekühlt hat. Diese Eigentümlichkeit ist allen Hoch-
drucklampen eigen, doch fällt sie nicht besonders nachteilig
ins Gewicht, wo die Lampen andauernd für längere Zeit zu
brennen haben.

Das Licht der Quecksilberdampf-
lampe ist weisslich-blau.
Ihr Spektrum enthält eine doppelte gelbe, eine grüne, eine
blaue und eine violette Linie, ausserdem eine grössere An-
zahl schwächerer Spektrallinien und einen schwachen konti-
nuierlicheren Untergrund, der sich über das gesamte Spektrum
erstreckt. Da die gelbe und die grüne Linie im Bereich der
grossen Augenempfindlichkeit liegen, tragen sie auch den
grössten Teil zur Lichtemission bei. Die intensive Strahlung
im Ultraviolett, die unter Umständen schädliche Wirkungen
ausüben kann, ist nicht zu befürchten, denn der Glaskolben
lässt überhaupt keine Ultraviolettstrahlung durchgehen.

Die Quecksilberdampf-
lampen werden vorerst nur für 275
und 550 W einschliesslich der Verluste in der Drosselspule
hergestellt. Ihre Lichtausbeute mit rund 37 Hlm/W ist 2-
bis 2,5mal so gross als die von gasgefüllten Wolframlampen
derselben Leistungsaufnahme. Man verbindet mit den Leuch-
tröhren häufig die Vorstellung, dass ihre Leuchtdichte wesent-
lich geringer sei als die der Glühlampen. Diese Auffassung
trifft bei den Quecksilber-Hochdrucklampen nicht zu, denn
die Leuchtdichte beträgt 180 Stilb und reicht somit schon
ziemlich nahe an die Leuchtdichte der Glühlampen heran.

Anwendungsmöglichkeiten.

Der Unterschied der Lichtfarbe und die verchieden grosse
Lichtleistung bestimmen auch das Anwendungsgebiet der ein-
zelnen Metallampflampen.

Natriumdampf-
lampen eignen sich besonders zur Beleuch-
tung von Verkehrsanlagen ausserhalb bebauter Strassen, auf
denen nur geringer Fussgängerverkehr stattfindet. In den
letzten zwei Jahren sind mehrere derartige Probeanlagen zur
Beleuchtung von Ueberland- und Autostrassen in Betrieb ge-
nommen worden.

Diese Musteranlagen haben das Interesse der Strassenbe-
nützer gefunden und den Beweis ihrer praktischen Zweck-

mässigkeit und ihres wirtschaftlichen Vorteils erbracht, so dass es nun möglich ist, wichtige Verkehrsadern einwandfrei zu beleuchten. Es ist sicherlich nur eine Zeitfrage, bis solche Anlagen endgültig erstellt werden können. Allerdings müssen die Finanzierungsmöglichkeiten und die Fragen der Deckung der Betriebskosten sorgfältig geprüft werden. Es scheint jedoch wahrscheinlich, dass die am meisten interessierten Strassenbenützer — die Autofahrer — für Einrichtung und Betrieb solcher Beleuchtungsanlagen entsprechend herangezogen werden.

Das gelbe Licht der Natriumdampflampen, das das Auftreten chromatischer Fehler bei der Abbildung beleuchteter Gegenstände in der Netzhaut verhindert, ermöglicht ein deutlicheres Sehen und hat den Vorzug, dunstiges und nebliges Wetter besser zu durchdringen und so eine bessere Strassenübersicht zu gewährleisten. Dass farbige Gegenstände verändert aussehen, ist hier belanglos, denn bei der Strassenbeleuchtung kommt es in erster Linie auf möglichst grosse Kontrastwirkung an, die beim Natriumlicht günstiger ist als beim gewöhnlichen Glühlampenlicht. Natürlich erleiden selbstleuchtende Gegenstände, z. B. rote Schlusslichter oder selbstleuchtende Strassensignale, unter diesem Lichte keine Farbveränderung, da ihre spektrale Zusammensetzung nicht beeinflusst wird. Angeleuchtete Verkehrssignale in roter Farbe brauchen nur mit einem Rhodamin-Anstrich versehen



Fig. 3.
Natriumdampflampe als Ansteuerungssignal an Landstellen für Boote.

zu werden, dessen rote Farbe stets gleich erscheint, weil sie wegen der fluoreszierenden Wirkung das empfangene Licht irgendwelcher Zusammensetzung stets im Wellenbereich rot zurückstrahlt.

Die gleichen Eigenschaften, welche die Natriumdampflampe zur Beleuchtung von Ueberlandstrassen geeignet machen, lassen ihre Anwendung auch im Dienste der Gleisfeldbeleuchtung geeignet erscheinen. Damit eng verbunden ist auch die Verwendung der Natriumdampflampen für die Beleuchtung von Verkehrsrampen, Ladestellen, Lagerplätzen, Werkhöfen usw.

Eine neuartige und erprobte Anwendungsmöglichkeit ist die Benutzung solcher Lampen als Ansteuersignale an Landstellen für Schiffe. Versuche bei der Zürichsee-Fähre Horgen-Meilen A.-G. haben erwiesen, dass diese Lampen allen anderen Signalvorrichtungen überlegen sind. Die beiden Landstellen in Horgen und Meilen (Fig. 3) wurden nämlich mit solchen Lampen ausgerüstet und haben sich dort bei unsichtigem und nebligem Wetter bei Tag und Nacht gleich gut bewährt.

Auch für die Reklamebeleuchtung eignet sich die Natriumdampflampe vorzüglich, sei es für die Durchleuchtung

von Transparenten oder die Anstrahlung von Firmenschildern. Fig. 4 zeigt die probeweise Installation von sechs Natriumdampflampen von 120 W zur Anstrahlung eines hellgelb gestrichenen Firmenschildes von 1 m 50 Höhe. Die Wirkung

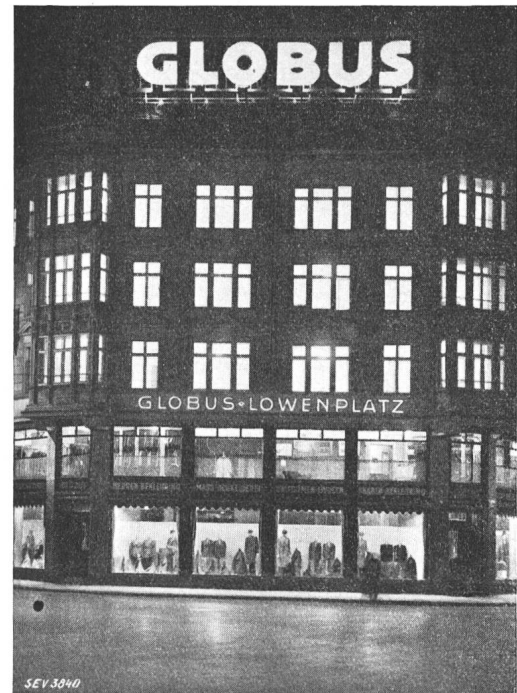


Fig. 4.
Firmenschild mit 6 Natriumdampflampen von je 120 Watt angeleuchtet (Probe-Anlage).

übertrifft bei weitem jene, die mit den zwei zu beiden Seiten des Schildes angebrachten Reflektoren mit Glühlampen von 1500 W erzielt wird.

Natürlich können auch Fassaden von weisser oder gelber Farbe mit Natriumdampflampen wirkungsvoll angestrahlt werden.

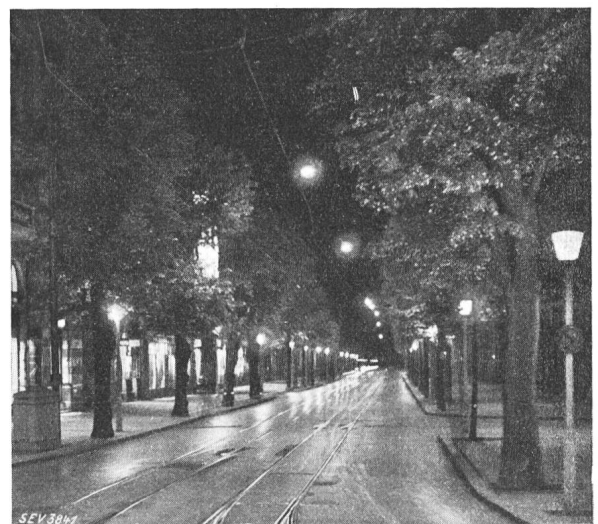


Fig. 5.
Bahnhofstrasse Zürich im Licht der Quecksilberdampflampen. Die bisherigen 500 W-Glühlampen in den Armaturen der Querabspannungen sind durch Quecksilberlampen von je 275 Watt ersetzt (Probe-Anlage).

Quecksilberdampflampen können vorteilhaft für die Verkehrsbeleuchtung innerhalb bebauter Strassen zur Anwendung gelangen, weil die Farbe ihres Lichtes, besonders bei zusätzlichem Glühlampenlicht, das aus Schaufenstern fast im-

mer vorhanden ist, nicht störend empfunden wird. Durch bereitwilliges Entgegenkommen des Elektrizitätswerkes der Stadt Zürich war es möglich, eine Strecke von etwa 400 m Länge der Bahnhofstrasse versuchsweise mit 12 Quecksilberdampflampen zu beleuchten. Zwischen Bürkli- und Parade-

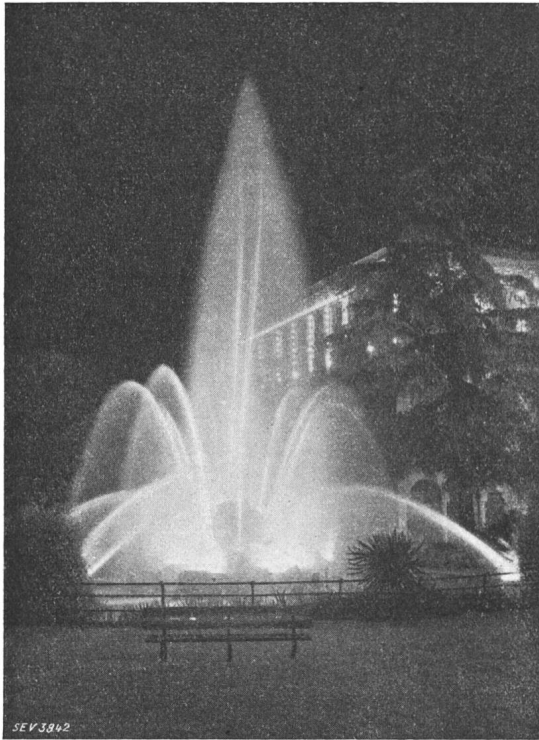


Fig. 6.
Springbrunnen in Lugano im Licht von Quecksilber- und Natriumdampf-Lampen.

platz wurden die 500 W-Glühlampen in den Armaturen der Mittelaufhängungen durch Quecksilberdampflampen von 275 W ersetzt. Da sie in ihren Längenabmessungen ungefähr den Glühlampen gleichen Lichtstromes entsprechen und nur einseitig gesockelt sind, konnten sie ohne weitere Aende-

rung in die vorhandenen Leuchten eingeschraubt werden (Fig. 5). Es war nur erforderlich, je eine Drosselspule vorzuschalten, die teils an den Ueberspannungen, dicht bei der Armatur, aufgehängt, teils in den Anschlusskasten untergebracht wurden. Die Wirkung wird als gut beurteilt, und die Farbänderung ist gering, denn der fehlende Rotgehalt wird durch das Licht der in den Kandelabern am Trottoirrand befindlichen Glühlampen genügend ergänzt. Von den meisten Verkehrsbeteiligten wird diese Beleuchtung gar nicht besonders bemerkt, ein gutes Zeichen dafür, dass sie nicht störend empfunden wird. Da die Bahnhofstrasse mit Bäumen bepflanzt ist, erscheint das Blätterwerk im Lichte des Quecksilbers viel intensiver grün als bei gewöhnlichem Glühlampenlicht.

Quecksilberdampflampen kommen ausser für die Beleuchtung von Strassen, Plätzen, Höfen und grossen Fabrikhallen noch für weitere Anwendungsgebiete in Frage, so z. B. für die Anleuchtung von Gebäuden, Parkanlagen, ferner für Reklamezwecke, sei es zum Anstrahlen von Flächen mit Aufschriften, sei es zum Durchleuchten von transparenten Materialien. Wegen des hohen Blaugehaltes ihrer Lichtfarbe eignen sie sich auch ausgezeichnet für Bühnenbeleuchtung, ferner zur Beleuchtung in Schaufenstern, wo eine gut an das Tageslicht angenäherte Lichtfarbe nötig wird, z. B. für Glas, Kristall, Porzellan, Metall- und Weisswaren. Am vorteilhaftesten wird hier das Quecksilberlicht im Lichtstromverhältnis von 1 : 1 mit Glühlampenlicht gemischt.

Reizvoll ist die Wirkung, wenn bewegtes Wasser angestrahlt wird, und neuartig ist das Bild, wenn hierfür Quecksilberlicht Verwendung findet. Ein an der Lichtwoche in Bern im Rosengarten unternommener Versuch hat dazu ermuntert, eine solche Anlage etwas weiter auszubauen. Für die Lichtwoche in Lugano wurde daher der Springbrunnen auf der Piazza Manzoni mit einer kombinierten Anlage von 6 Quecksilberlampen zu 550 W und 12 Natriumdampflampen zu 70 W ausgerüstet (Fig. 6). Der viel beachtete Brunnen stellte einen Hauptanziehungspunkt der Lichtwoche dar.

Die Metaldampflampen können natürlich ihrer besonderen Licht- und Farbeigenschaften wegen nicht die vielseitige Anwendung wie die Glühlampen finden. Sie werden vorerst hauptsächlich für das Gebiet der Verkehrs- und Reklamebeleuchtung in Frage kommen. Hier dürfte aber der Vorteil der grossen Lichtausbeute von so grosser Bedeutung sein, dass viele Anlagen neu eingerichtet oder bestehende wesentlich verbessert werden.

Fräsmotoren für die Holzindustrie.

Von Artur Waclawik, Wien.

621.34:674

Es werden kurz die Motortypen erwähnt, welche die für Holzfräser nötige hohe Drehzahl erreichen; näher beschrieben wird der Betrieb von Drehstromkurzschlussläufermotoren mit erhöhter Frequenz unter Berücksichtigung der besonderen Betriebsverhältnisse. Dann wird auf die Leistungsbemessung dieser Motoren eingegangen, die zweckmässige Schutzart und, besonders eingehend, die Frage der Lager, deren Schmierung und sonstige Behandlung erörtert, und zum Schluss wird die Befestigung der Werkzeuge behandelt.

L'auteur mentionne brièvement les types de moteurs qui atteignent les vitesses élevées nécessaires pour les fraiseuses sur bois, puis décrit le fonctionnement des moteurs triphasés à induit court-circuité à fréquence surélevée en tenant compte des conditions spéciales de marche. Après quelques considérations sur la puissance à donner à ces moteurs et sur la manière correcte de les protéger, l'auteur approfondit la question des paliers, leur graissage et leur entretien pour terminer par une étude de la fixation des outils.

Die für einen zweckmässigen Zusammenbau nötige unmittelbare Vereinigung von Motor und Arbeitswelle erfordert bei Fräsen Motordrehzahlen, die meist über 3000 U/min liegen. Mit Kommutatormotoren ist es zwar möglich, die erforderlichen Drehzahlen zu erreichen, doch kommt wegen der beim rasch laufenden Stromwender sich ergebenden elektrischen und mechanischen Schwierigkeiten diese Bauform für Fräsen weniger in Betracht. Auch der für einen einwandfreien Betrieb nötige ruhige Lauf ist wegen der durch die Atmung der Wicklung nicht mit Sicherheit zu vermeidenden Verlagerung nicht immer gewährleistet. Ein weiterer Nachteil ist die Funkenbildung am Stromwender, die wegen des anfallenden Holzstaubes die Betriebssicherheit gefährdet. Falls mit Drehzahlen bis 6000 U/min das Auslangen gefun-

den wird, kann die Verwendung einer elektrischen Kaskade von zwei Motoren (Doppelmotor) in Erwägung gezogen werden; doch wird diese Ausführungsform wegen des nicht sehr einfachen Aufbaues nur in Fällen, bei welchen es sich um den Antrieb einer oder weniger Maschinen handelt, eine wirtschaftliche Lösung der Antriebsfrage darstellen.

Für industrielle Anlagen mit einer grösseren Anzahl von Fräsmaschinen kommt mit Rücksicht auf die geschilderten Verhältnisse wohl nur die Frequenzerhöhung in Betracht, wodurch die dem heutigen Stand der Bearbeitungstechnik entsprechenden hohen Drehzahlen bei Verwendung des einfachen und betriebssicheren Drehstrom-Kurzschlussläufers erzielt werden. Das Heraufsetzen der Frequenz hat ausserdem noch den Vorteil, dass kleinere Motormodelle gewählt wer-