Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens

Herausgeber: Association suisse des électriciens

Band: 27 (1936)

Heft: 15

Rubrik: Diskussion

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: 23.08.2025

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

Prix-limite équivalent d'un kWh pour la production de 10 000 lm avec lampes à *vapeur de mercure* ou lampes à incandescence. Les lampes à vapeur de mercure exigent dans ce cas une puissance d'environ 280 W (y compris toutes les pertes), les lampes à incandescence une puissance de 600 W.

Dispositif d'éclairage	Prix-limite par kWh Frais de remplacement compris	non compris
(Petite installation)		
Eclairage intérieur		
Compensation du cos φ à 0,8		
Acquisition aux prix bruts		
Utilisation annuelle 1000 h		
Amortissement en 5 ans . .	10,4 cts	11,2 cts
Amortissement en 10 ans .	6,8 cts	7,6 cts
(Grande installation)		
Eclairage extérieur		
Compensation du cos φ à 0,8		
Acquisition aux prix nets		
Amortissement en 10 ans		
Utilisation annuelle 1000 h	4,6 cts	
2000 h	3,6 cts	
4000 h	3,1 cts	

Ces deux exemples montrent clairement l'influence importante qu'exercent la durée d'amortissement des frais d'installation et la durée d'utilisation annuelle sur les prix-limite. On peut en conclure également pour quels genres d'éclairage et groupes de consommateurs la lumière à décharge est économiquement intéressante aux prix actuels des lampes, des armatures et des accessoires. En comparant les divers facteurs qui influent sur le prix-limite, on constate que les parts afférant à l'armature et aux accessoires représentent un pourcentage assez élevé, surtout lorsque la durée d'utilisation prévue est brève. Il est toutefois fort probable que ces prix diminueront par la suite, au fur et à mesure du développement et de l'emploi plus répandu de ce nouveau genre d'éclairage.

En résumé, on peut dire que l'emploi de lampes à vapeur métallique est avantageux pour le consommateur lorsqu'il s'agit d'éclairer de grandes surfaces, d'utiliser une intensité lumineuse considérable de prévoir une longue durée d'utilisation et des frais de remplacement des lampes élevés, et lorsque les prix de l'énergie sont élevés. Ces lampes sont également économiques, lorsque l'effet de contraste plus marqué permet d'améliorer la qualité du travail ou lorsqu'il est nécessaire que la lumière soit très visible, même quand l'atmosphère est trouble.

Diskussion.

Der **Vorsitzende**, Herr Prof. Dr. B. Bauer, dankt den Herren Vortragenden für ihre hochinteressanten, aufschlussreichen Referate und eröffnet die Diskussion.

Herr Direktor **E. Baumann**, Elektrizitätswerk der Stadt Bern:

Erwarten Sie von mir angesichts der vorgerückten Zeit keinen Vortrag; ich will als Präsident der Tarifkommission des Verbandes Schweiz. Elektrizitätswerke nur einen kurzen Beitrag zur Diskussion anbringen.

In erster Linie möchte ich den Herren Professoren Bauer und Dünner danken, dass sie dieses Thema zum Gegenstand eines akademischen Diskussionsvortrages gewählt haben. Ferner möchte ich den Herren Hauptberichterstattern und Herrn Ingenieur Guanter für ihre äusserst interessanten Vorträge meinen besten Dank aussprechen.

Die Tarifkommission hat über das zur Diskussion stehende Problem bereits Untersuchungen eingeleitet. Diese Untersuchungen sind aber noch nicht abgeschlossen; die Kommission konnte daher noch nicht endgültig zu der Frage Stellung nehmen und ich muss mir in meinen Aeusserungen eine gewisse Zurückhaltung auferlegen. Ich glaube aber, dass es mir trotz dieser Einschränkung möglich sein wird, Sie über die Auffassungen bei den Elektrizitätswerken etwas zu orientieren.

In erster Linie darf wohl gesagt werden, dass die Werke den Standpunkt einnehmen, es dürfe auch auf diesem Gebiete der technische Fortschritt nicht bekämpft werden. Es wäre sicher verfehlt, die Entwicklung unterbinden zu wollen. Auch hier muss aber der Grundsatz des «fair-play» gelten, mit andern Worten, die Vorteile, welche die Metalldampflampen dem Fabrikanten und Verbraucher bringen, dürfen nicht einseitig auf Kosten des Energie liefernden Werkes ausgenützt werden.

Herr Professor Bauer hat in seinen einleitenden Ausführungen mit Recht darauf hingewiesen, dass eine vollständige Verdrängung der Glühlampen durch die Metalldampflampen zu einer finanziellen Katastrophe der Elektrizitätswerke führen müsste. Eine solche Katastrophe ist meines Erachtens nun nicht zu befürchten, weil eine vollständige Verdrängung ausgeschlossen ist. Aber es könnte doch auch ein nur teilweiser Uebergang zu einer gewissen Erschütterung der Finanzlage der Werke führen, wenn dieser Uebergang einen zu grossen Umfang annehmen sollte. Die Werke müssen sich darum zur rechten Zeit überlegen, wie ein angemessener Ausgleich gefunden werden kann.

Sowohl die Herren Hauptberichterstatter wie Herr Ingenieur Guanter haben in ihren Referaten erklärt, dass bei den Fabrikanten das Bestreben vorhanden ist, bei Einführung der Metalldampflampen eine Energieverbrauchssenkung möglichst zu vermeiden.

Der Sprechende geht mit der Auffassung einig, dass es noch viele Gebiete gibt, die für den elektrischen Energieverbrauch durch die Metalldampflampe erschlossen werden können. Er ist auch mit der Auffassung einverstanden, dass die Metalldampflampe dazu beitragen wird, das Lichtbedürfnis zu steigern. Aus diesen Ueberlegungen heraus darf man daher sicher eine gewisse Kompensation für den sonst entstehenden Ausfall im Energieverbrauch erwarten und die dahin zielenden Bestrebungen der Fabrikanten werden bei den Elektrizitätswerken volles Verständnis finden.

Bei Diskussionen über dieses Problem hört man häufig die Aeusserung, die Einführung der Metalldampflampen werde nicht nur keine Konsumverminderung, sondern eine Vermehrung zur Folge haben. Als Beweis wird auf den vor 30 Jahren in Erscheinung getretenen Uebergang von den Kohlenfadenlampen zu den Metallfadenlampen hingewiesen. Tatsächlich hat dieser Uebergang zu einer ungeahnten Entwicklung der elektrischen Beleuchtung geführt. Es wäre aber zu optimistisch, wenn man heute solche Schlüsse ziehen würde. Vor 30 Jahren war die elektrische Beleuchtung verhältnismässig noch sehr wenig verbreitet, heutet findet sich

in unserm Land kaum mehr ein Haus, in welchem sie nicht Eingang gefunden hat.

Zur Orientierung ein Beispiel:

Im Jahre 1906 waren an das Elektrizitätswerk der Stadt Bern rund 1500 Lichtstromzähler und etwa 40 000 Lampen angeschlossen. Heute beträgt die Zahl der Lichtstromzähler etwa 44 000 und die Zahl der Lampen über 600 000.

Herr Professor Bauer hat in seiner Einleitung von der bedeutenden finanziellen Belastung der einzelnen Haushaltung durch die Ausgaben für die elektrische Beleuchtung gesprochen. Es ist richtig, dass viele Haushaltungen verhältnismässig grosse Lichtstromrechnungen aufweisen. Beim grössten Teil der Haushaltungen machen die Ausgaben für das elektrische Licht aber einen kleinen Betrag aus. Gestützt auf Untersuchungen, die in der Stadt Bern vor einigen Jahren durchgeführt worden sind, kann gesagt werden, dass von rund 30 000 Haushaltungen etwa 22 000, d. h. fast 75 % jährlich durchschnittlich nur 40 Fr. für elektrisches Licht ausgeben; wobei die obere Grenze bei diesen 22 000 Bezügern rund 70 Fr., die untere Grenze wegen der Minimalgarantie nur 15 Fr. beträgt. Es darf angenommen werden, dass bei diesen Haushaltungen die Einführung der Metalldampflampe sich praktisch kaum auswirken wird.

Herr Professor van de Werfhorst hat in seinem Vortrag erwähnt, dass der jährliche Lichtstrombedarf für Amsterdam — es wurde dabei angenommen, dass die Amsterdamer Verhältnisse ungefähr dem europäischen Mittel entsprechen — 60 bis 70 kWh pro Einwohner betrage; es dürfte in diesem Zusammenhang interessieren, dass der entsprechende Verbrauch in Bern 120 kWh beträgt, wobei auf die öffentliche Beleuchtung ca. 20 bis 25 kWh entfallen.

Wie der erwähnte Ausgleich durch Tarifmassnahmen der Elektrizitätswerke erreicht werden kann, darüber bestehen zur Zeit verschiedene Auffassungen.

Die einen wollen unter allen Umständen eine Kompensation des Leistungsfaktors verlangen, andere legen dieser Kompensation weniger Wert bei. Es betrifft dies speziell Werke, welche durch frühzeitige Massnahmen zur Verbesserung des Leistungsfaktors nun zufolge der Entwicklung der Wärmeenergieabgabe und Ausdehnung der Kabelnetze einen beispielsweise wegen der Rückwirkung auf Fernleitungen zu guten Leistungsfaktor aufweisen. Es wird gegen die Kompensation auch geltend gemacht, sie verursache eine umfangreiche Kontrolle, man habe überdies mit kleinen Kondensatoren schlechte Erfahrungen in bezug auf den Radiostörschutz gemacht. In dieser Beziehung dürften allerdings Verbesserungen zu erwarten sein.

Von einer allgemeinen Erhöhung der Tarifpreise wird nicht gesprochen, dagegen der Uebergang vom Zählertarif zum Grundgebührentarif in Erwägung gezogen. Man spricht auch von der Erhebung einer Grundgebühr für die einzelne Metalldampflampe oder von der Unterteilung der Zählerstromkreise in solche für gewöhnliche Glühlampen und solche für Metalldampflampen.

Alle diese Ueberlegungen beziehen sich auf Inneninstallationen. Bei Ausseninstallationen, also beispielsweise Installationen im Gebiet der Reklamebeleuchtung, wo die Metalldampflampe schon in bedeutendem Umfange eingedrungen ist und wo sie der elektrischen Beleuchtung tatsächlich neue Gebiete erschlossen hat, denkt man überhaupt nicht an eine Erhöhung der Tarifpreise.

Das sind in kurzen Zügen die bei den Werken zur Zeit etwa bestehenden Auffassungen. Was für Richtlinien die Tarifkommission herausgeben wird, kann heute nicht gesagt werden. Der Sprechende glaubt aber erklären zu dürfen, dass dabei die Grundsätze einer loyalen Zusammenarbeit zwischen den Bezügern, den Fabrikanten und den Elektrizitätswerken volle Berücksichtigung finden werden.

Herr Direktor **W. Trüb**, Elektrizitätwerk der Stadt Zürich: Angesichts der grossen Fortschritte der Lichterzeugung könnte uns Werkdirektoren um die Zukunft unserer Unternehmungen bange werden. Die Herren Referenten haben uns aber beruhigt, indem sie betonten, dass die neuen Lampen neue Anwendungsgebiete erschliessen würden. Es ist klar, dass sich die grosse Auseinandersetzung zwischen dem «alten Licht», wenn ich so sagen darf, und dem neuen Licht speziell in den Städten abspielen wird, gerade wie auch die letzten Kämpfe zwischen Gas und Elektrizität in den Städten erfolgen werden. Wir haben kürzlich für Zürich überprüft, was als schlimmste Folge der Einführung des neuen Lichtes zu gewärtigen wäre und sind auf eine Summe von zwei Millionen Franken gekommen, die von unseren heutigen Einnahmen von rund sechs Millionen Franken gefährdet sind. Das ist eine respektable Summe, nicht für das städtische Werk an sich, denn wir könnten immer noch positiv arbeiten; für die Stadtverwaltung aber, die auf unsere Einnahmen angewiesen ist, sieht ein so beträchtlicher Ausfall ganz anders aus.

In der Schweiz haben die drei Hauptbeteiligten einen Vertrag miteinander abgeschlossen: die Glühlampenfabriken, die Installateure, die ja die Beleuchtungsanlagen einrichten, und die Elektrizitätswerke. Es ist vereinbart, dass alle neuen Lampen, die auf den Markt kommen, erst auf gemeinsame Verständigung hin eingeführt werden sollen. Das heisst also, dass man auf die Hauptinteressenten alle Rücksicht nehmen will. Ich glaube, auf diesem Wege werden wir ohne grosse Kämpfe und Gefährdungen allmächlich die technische Entwicklung berücksichtigen können.

Wir wollen auch das noch feststellen: Es ist für uns Schweizer ausserordentlich wertvoll, Gelegenheit gehabt zu haben, aus den Forschungsinstituten und Hochschulen in Holland und in Berlin die neuesten Ergebnisse zu hören. Wir werden uns in der Schweiz alles gut überlegen, und bald werden wir mit gutem Gewissen sagen dürfen, dass wir auch in der Anwendung des neuen Lichtes mit vorangehen. Dann werden sich von hier aus auch wieder Rückwirkungen ergeben.

Ein Wort an die jungen Techniker: Wir alten Fachleute haben die grosse Entwicklung der Maschinen erlebt; die nächsten Jahrzehnte werden ganz andere Gebiete erschliessen, die Gebiete der Apparatur, der Röhren, der Lampen usw. Das ist das Gebiet unseres technischen Nachwuchses; möge er sich auf diesen Gebieten mit aller Kraft einsetzen.

Herr Direktor **J. Bertschinger**, Elektrizitätswerke des Kantons Zürich (EKZ): Zur weiteren Beurteilung der Schlussfolgerungen für unsere Elektrizitätswerke erlaube ich mir noch folgende kleine Bemerkungen zu machen: Ich stelle dabei fest, dass ich mich auf das Versorgungsgebiet der EKZ beziehe. Die weitaus grösste Zahl der Lampen im Anschlussbereich der EKZ und wohl der meisten Werke haben eine Leistung von 15, 20 bis und mit 60 W. Infolge der Wirtschafts- und Finanzkrise sind ausserordentlich viele Bezüger auf Ersparnisse bedacht. Wenn nun die Lichtausbeute der Lampen verbessert wird, werden diese Abonnenten darauf ausgehen, sich diese Verbesserungen in Form von Einsparungen zunutze zu machen; die Intensivierung der Beleuchtung wird sich daher in bescheidenem Rahmen halten. Es wurde heute davon gesprochen, dass die wohl kleinsten Typen der Gasentladungslampen 50, 60 bis 75 W besitzen werden; weil sich die Abonnenten, wie ich eben sagte, sehr sparsam einstellen, werden sie sich besinnen, bevor sie ihre 40 bis 60 W-Glühlampen ersetzen gegen neue 60 bis 75 W-Gasentladungslampen, die ihnen zudem — wenigstens heute noch — sehr grosse Anschaffungskosten verursachen. Ich will damit nur sagen, dass, solange die kleinsten Typen der neuen Lampen bei 60 bis 75 W liegen, die Gefahr der Verdrängung der weniger wirtschaftlichen Glühlampen für die Elektrizitätswerke nicht sehr hoch eingeschätzt werden muss. Der Auswechslungsprozess wird sich hauptsächlich bei den grösseren Typen, den 50, 80 bis 200 W-Lampen vollziehen. Diese sind aber in verhältnismässig geringer Zahl vorhanden, so dass die finanzielle Auswirkung nicht sehr bedeutend sein kann.

Ich möchte aber noch einen andern Gedanken äussern, anknüpfend an die Tatsache, dass eben die kleinste Form der Gasentladungslampe zunächst um 60 W herum liegen wird. Ist nicht damit zu rechnen, dass, sobald diese Typen in einer gewissen Anzahl Eingang gefunden haben, die Lampen mit ihrer, wie Sie bei den Demonstrationen vorhin gesehen haben, imposanten Lichtfülle allgemein Eindruck machen werden. Es werden dann nicht nur die Abonnenten mit Lampen über 60 Watt aus Spargründen sich diese Weiterentwicklung

auch sichern, sondern die ganze Bevölkerung wird sich nach und nach an diese Lichtfülle gewöhnen, und wenn keine kleineren Gasentladungslampen auf den Markt kommen, wird das auch innerhalb der Kategorie der 15 bis 40 W-Lampen ein Abwandern von den niederwattigen zu höherwattigen Lampen zur Folge haben.

Aus diesen Betrachtungen ergibt sich in der Tat ein gewisser Trost für uns. Ich stelle aber eben die Frage an die Herren Referenten, mit was für Möglichkeiten wir auf diesem Gebiet rechnen dürfen: Kommt die 40 W- oder gar die 25 W-Gasentladungslampe, und mit welchen verhältnismässig geringen Kosten werden diese Typen auf den Markt kommen? Wenn wir eine bestimmte Antwort erhalten, sind wir in der Lage, unsere Aussichten in bezug auf die fraglichen Fortschritte etwas besser zu beurteilen.

Noch eine letzte Feststellung, die auch berührt werden darf: Die Gasentladungslampe sichert sich auf dem Gebiet der elektrischen Beleuchtung eine neue Ueberlegenheit über alle andern Arten der Lichterzeugung. Das ist ein Punkt, der auch nicht zu unterschätzen ist.

Herr Direktor **E. Stiefel**, Elektrizitätswerk Basel: Den Ausführungen der Werkvertreter, mit denen ich einig gehe, möchte ich nur weniges beifügen. Zunächst zwei Beispiele: Am Rheinhafen hat eine Unternehmung ihren Umschlagplatz auf Natriumdampflicht umgebaut mit dem Erfolg, dass sie heute 55 bis 60 % weniger Elektrizität braucht. Dafür musste sie Umbaukosten aufwenden und hat Mehrkosten beim Lampenersatz. — Unserseits haben wir in einer Hauptstrasse Quecksilberdampf-Mischlicht ausprobiert. Der Versuch ergab Kostengleichheit zwischen diesem und Glühlicht bei einem Elektrizitätspreis von 10 Rp./kWh, zufällig dem Preis, den die Stadt uns bezahlt. Das Elektrizitätswerk gehört aber der Stadt; beide bilden eine Einheit, für die nicht der gegenseitige Verrechnungspreis, sondern die Gestehungskosten für die Energie massgebend sind. Rechnen wir diese beispielsweise zu 2,3 Rp./kWh, so kommt das Quecksilberdampf-Mischlampenlicht ein Drittel teurer als Glühlampenlicht. Wir haben also wirtschaftlich keine Veranlassung, bei der Strassenbeleuchtung auf ersteres überzugehen. Publikum und Verkehrsfachleute verhielten sich bei dessen probeweiser Einführung und Wiederentfernung ziemlich indifferent; trotz der Beigabe von Glühlampenlicht wurde die «Kälte» des Mischlichtes und seine unangenehme Farbe bemängelt.

Zur Frage, wie sich die Aenderungen wirtschaftlich für die Werke auswirken, möchte ich nur einen Gedanken beitragen. Die Lichtfarbe spielt eine Rolle für die benötigte Lichtmenge. Das Auge gibt sich beim rötlichen Licht der Glühlampe mit einer geringeren Beleuchtungsstärke zufrieden als bei Licht, das dem Tageslicht gleicht. Der Uebergang vom Glühlampenlicht zu einem dem Tageslicht sich nähernden Metalldampflicht wird sich in einem bedeutend grösseren Lichtbedürfnis auswirken.

Noch einen Punkt möchte ich in bezug auf den Betrieb der Gasentladungslampen erwähnen. Unangenehm empfunden wird vorläufig die lange Dauer der Anlaufzeit, die dieses neue Lampenlicht benötigt: bei der Quecksilberdampflampe muss man doch immer mit etwa fünf Minuten rechnen, bis das Licht da ist. In der gegenwärtigen Form lässt sie sich nicht für alle Zwecke verwenden. Ferner ist sie vorläufig nicht verwendbar für Gleichstrom. Das sind Einschränkungen, die für die Werke von gewisser Bedeutung sind.

Zuletzt erlaube ich mir noch eine Frage an die Herren Referenten: Wie verhält es sich mit der Alterung der Metalldampflampe? Bei der gewöhnlichen Glühlampe kennen wir die Verhältnisse. Nimmt die Lichtausbeute im Laufe der Zeit ab?

Herr Oberingenieur **A. Dudler**, Schweizerische Bundesbahnen, Zürich: Herr Professor van de Werfhorst hat ein Bild gezeigt, das deutlich veranschaulichte, wie auf Bahnstrecken die Barrieren mit Natriumdampflampen sehr günstig beleuchtet werden. Das ist an und für sich sehr erfreulich, denn was uns von Automobilisten an Barrierenanlagen eingefahren wird, ist nachgerade ungemütlich, und zwar nicht nur für die Bundesbahnverwaltung allein.

Wie verhalten sich aber die optischen Signallampen bei Niveauübergängen in Natriumlicht? Wie durchdringt das rote Signallicht das gelbe Natriumlicht? In andern Ländern werden die Pausenzeichen mit grünem Licht markiert; ist im gelben Natriumlicht der Farbenunterschied zwischen grün und rot ebenso deutlich wie im weissen Licht?

Ein anderer Punkt hat noch mein besonderes Interesse erweckt: Auf dem Ablaufberg im Bahnhof Zürich unternahmen wir vor etwa 1¼ Jahren Beleuchtungsversuche mit Natriumdampflicht. Wir wurden dann von den Hemmschuhlegern und Weichenwärtern darauf aufmerksam gemacht, dass im Dämmerlicht die Kontrastwirkung nicht so günstig sei wie beim weissen Licht. Halten Sie sich einen Augenblick vor Augen, wie sich der Dienst am Ablaufberg abspielt: Die Puffer der Güterwagen werden mit Kreide angeschrieben und je nach der Bezeichnung geht der betreffende Wagen auf Geleise Nr. X oder Y. Die Weichenwärter haben die Zahl abzulesen und die Weichen dementsprechend zu stellen. Der Rangierbetrieb am Ablaufberg kostet erheblich Geld, weshalb der Bahnverwaltung sehr daran gelegen ist, diesen Teil der Geleiseanlagen technisch einwandfrei, namentlich kontrastreich zu beleuchten. In der Uebergangszeit, d. h. vor Eintritt der Dunkelheit hat nun aber das Natriumdampflicht bei uns keinen einwandfreien Betrieb ermöglicht. Eventuell können die Versuche mit Mischlampenlicht zu einer Verbesserung der Beleuchtung in diesem besonderen Fall führen.

Herr Professor **van de Werfhorst** antwortet auf die verschiedenen Fragen: Zuerst wurde die Frage gestellt, ob noch kleinere Gasentladungslampen als 50 W erwartet werden können. Das weiss noch niemand. Damit möchte ich aber ebenso wenig sagen, dass kleinere Typen nicht kommen werden. Bei den Gasentladungslampen handelt es sich um ein Gebiet, das, wie heute verschiedentlich dargelegt wurde, noch im Anfang steht und in Entwicklung begriffen ist. Niemand wird heute mit Bestimmtheit sagen können: Dieses kommt und jenes wird sicher nicht kommen. Eines darf man aber wohl sagen, dass die Apparatur, die für Gasentladungslampen jedenfalls immer nötig sein wird, bei den kleineren Lampen nicht im selben Verhältnis kleiner werden kann. Dieser Umstand wird die Herstellung von kleineren Lampen stark hemmen.

Lebensdauer der neuen Lampen: Angaben darüber sind heute überall gedruckt vorhanden und sozusagen in jeder Broschüre über Gasentladungslampen zu finden.

Zur Frage von Herrn Dudler: In einem Strassenbild, das nur aus zwei Farben zusammengesetzt ist, nämlich aus Gelb und Schwarz (Natriumbeleuchtung), wird jede farbige, selbständige Strahlung — die Blinklichtsignale haben *eigene Lichtquellen* — viel schärfer in ihrer wirklichen farbigen Eigenschaft wahrgenommen als in einem mit Glühlampen beleuchteten Strassenbild, das mehr Farben enthält als gelb und schwarz. Herr Dudler frägt, ob unsere Augen für eine selbständige rote und grüne Strahlung in Natriumlicht empfindlich sind; die Frage kann also nicht nur theoretisch, sondern auch auf Grund praktischer Erfahrungen positiv beantwortet werden. Der Kontrast ist sogar noch wesentlich grösser als im gewöhnlichen Licht.

Herr Prof. Dr. **B. Bauer**: Herr Guanter hat bei seinen Berechnungen die Brenndauer zu 1000 Stunden für Glühlampen und 2000 Stunden für Gasentladungslampen angenommen. Kann man schon so sicher rechnen?

Herr **J. Guanter**: Bei Metalldampflampen sind schon sehr hohe Lebensdauern erreicht worden. Ich will ein sehr aktuelles Beispiel nennen: In Zürich sind an der Bahnhofstrasse die ersten Versuche mit Quecksilberdampflampen gemacht worden. Die Lampen wurden dann aber, bevor die Brenndauer erschöpft war, wieder weggenommen. Die Lampen hatten im Mittel schon eine Lebensdauer in der Gegend von 2750 Stunden erreicht. Einen Rekord an Brenndauer haben einzelne Quecksilberlampen in Lausanne erzielt. Die Ergebnisse von 12 Lampen lauten: ein Stück hat 300 Stunden gebrannt, drei weitere haben etwas über 4000 und acht über 5000 Stunden erreicht.

Herr Prof. **van de Werfhorst**: In dem zwei Kilometer langen Tunnel in Antwerpen haben Natriumdampflampen

dauernd gebrannt, d. h. 8700 Stunden pro Jahr. Dort liegt jetzt eine Erfahrung von ungefähr 18 000 Stunden vor. Der Mittelwert der Lebensdauer wurde zu mehr als 3200 Stunden festgestellt. 2000 Stunden mit gleichbleibender, unveränderter Leistungsfähigkeit dürfen deshalb ohne weiteres jeder Rechnung zugrunde gelegt werden.

Herr Obering. **L. Schneider:** Zu den Ausführungen von Herrn Direktor Baumann möchte ich kurz auf die Entwicklung der Kohlenfadenlampe und der Metalldrahtlampe eingehen. Selbstverständlich ist der Vergleich zwischen damals und heute nicht ganz parallel zu ziehen, denn früher war die Zahl der an ein Werk angeschlossenen Lampen geringer im Vergleich zu heute. Die Entwicklung vollzog sich damals im wesentlichen extensiv; in der nächsten Zeit dagegen wird sich die Entwicklung der Lichttechnik nach meiner persönlichen Ansicht vielmehr intensiv vollziehen, d. h. die Beleuchtungsstärken werden noch steigen. Ich habe mich in den letzten Tagen hier mit einigen Herren darüber unterhalten und bin dabei auf eine gewisse Skepsis gestossen. Ich persönlich bin überzeugt, dass die Beleuchtungsstärken, die wir vielleicht in zehn Jahren haben werden, ein Vielfaches von dem sind, was wir heute anwenden.

Wir wissen heute mit Sicherheit, dass die Beleuchtungsstärken, sei es im Bureau, sei es an einem andern Arbeitsplatz, noch nicht die höchste Leistungsfähigkeit des Auges erreichen lassen. Die Messungen, die über die erforderlichen Beleuchtungsstärken vorliegen, geben immer nur die unteren Werte an. Wir können nur feststellen, bei welcher Beleuchtungsstärke wir gerade eben noch sehen können. Wir wollen aber mit der Beleuchtung eigentlich mehr erreichen: einen Gegenstand nicht nur gerade eben erkennen, sondern unter allen Umständen sehr gut erkennen. Wir können das an folgendem Beispiel klar machen:

Zum Lesen von schwarzen Buchstaben auf weissem Papier brauchen wir eine Beleuchtungsstärke von mindestens 50 Lux. Wir haben dabei einen Kontrast von Buchstaben zu Papier von etwa 1 : 10 bis 1 : 20. Im modernen Bureaubetriebe sind die Kontraste der Schriften, die wir zu lesen haben, wesentlich geringer: Schreibmaschinenschrift 1 : 8, Bleistiftschrift sowie Durchschläge und Kopien etwa 1 : 2. Um die Schrift bei diesen geringen Kontrasten noch deutlich lesen zu können, brauchen wir viel höhere Beleuchtungsstärken, mindestens 75, besser aber noch 150 Lux, denn wir müssen die Beleuchtung ja nicht so einrichten, dass wir das am leichtesten Lesbare gerade noch erkennen können, sondern dass diejenige Arbeit, die an das Auge die grössten Anforderungen stellt, wie z. B. das Lesen schlechter Kopien, noch ohne Anstrengung ausgeführt werden kann. Es ist ähnlich wie auch sonst in der Technik, wo das schwächste Bauelement für die Sicherheit der betreffenden Anlage massgebend ist.

Wir haben einer grossen Anzahl von Versuchspersonen Zeitungsausschnitte, Kurszettel, Maschinenschriftkopien usw. vorgelegt und ihnen die Möglichkeit gegeben, in den Grenzen zwischen 0 und 4400 Lux sich die Beleuchtungsstärke auszuwählen, die ihnen zum Lesen am angenehmsten erschien. Die Mehrzahl der rd. 600 Versuchspersonen wählte Beleuchtungsstärken in der Grössenordnung von etwa 1000 Lux, einem weiteren beträchtlichen Prozentsatz waren 2000 Lux besonders angenehm. Die Probepersonen waren ganz unbeeinflusst. Der Versuch wurde wiederholt; das Resultat war gleich. Das beweist, dass tatsächlich unser Lichtbedürfnis in Wirklichkeit grösser ist, als es heute im allgemeinen angegeben wird, und die Zahlen, die in den meisten Leitsätzen angegeben sind, sind nach meiner persönlichen Ueberzeugung an der unteren Grenze des Zulässigen. Die gute Strassenbeleuchtung in Zürich wird man vielleicht nicht mehr durch eine Steigerung auf das Drei- bis Vierfache soweit verbessern können, dass dadurch noch viel besser gesehen werden kann. Aber in vielen anderen Städten wird man die Strassenbeleuchtung erheblich verstärken müssen. Die intensive Entwicklung der Beleuchtung steht zweifellos noch ganz am Anfang.

Zur Frage, ob noch kleinere Lichtquellen kommen werden: Ich persönlich bin in dieser Beziehung etwas skeptisch. Ich habe den Eindruck, dass die Aufgaben der Metalldampflampen bei den grösseren Typen liegen werden. Aber wir können alle nicht prophezeien. Vor zehn Jahren hätten wir gewisse Dinge, die wir heute bei den Experimenten gesehen haben, für phantastisch erklärt. Jedenfalls ist die Lichtausbeute bei den kleineren Typen nicht so gut wie bei den grossen. Die Entwicklung ist hier ähnlich wie bei den Glühlampen. Die Kosten für die Herstellung der Lampen und Zusatzgeräte werden nicht im Verhältnis der Lichtströme billiger werden, wie Prof. van de Werfhorst schon festgestellt hat.

Zur Alterung der Lampen: Die Lichtabgabe bleibt natürlich nicht während der ganzen Lebensdauer konstant. Bei einer guten Quecksilberdampflampe mit einem Lichtstrom von 20 000 lm wurde eine Abnahme von 15 bis 20 % der Lichtausbeute konstatiert. Das Elektrodenmaterial zerstäubt und setzt sich als schwarzer Belag am Kolben fest, so dass Licht absorbiert wird. Bei Natriumlampen ist die Lichtabnahme etwa 20 %. Bei diesen Angaben ist zu berücksichtigen, dass wir ja noch am Anfang einer Fabrikation stehen, bei der wie auch sonst in der Technik die Produkte noch nicht mit der grossen, fast absoluten Gleichmässigkeit hergestellt werden können wie vollautomatisch hergestellte Massenfabrikate, die in Millionen und aber Millionen von Exemplaren jährlich fabriziert werden. Wenn daher einmal bei einer Lampe der Lichtstrom nach 2000 Stunden um 25 % abgenommen hat, so ist das noch lange kein Unglück, denn es gibt auch andere Lampen, deren Lichtstrom in der Zeit nur um 15 % zurückgeht. Jeder einsichtige Ingenieur wird sich dieser in der Technik doch selbstverständlichen Tatsache nicht verschliessen können. Er wird es auch natürlich finden, dass der Lichtstrom der Metalldampflampen genau so wie der von jeder anderen Lichtquelle im Laufe der Brennzeit etwas abnimmt, wo es doch überhaupt kein technisches Erzeugnis gibt, das durch den Gebrauch der Alterung nicht unterworfen ist.

Zum Schluss hätte ich mich noch zu der Frage der Natriumbeleuchtung auf dem Verschiebebahnhof in Zürich zu äussern. Ich kann mir die Erscheinung, die Herr Dudler beobachtet hat, im Augenblick physikalisch nicht ohne weiteres erklären. Es wäre zu fragen, ob die Beleuchtungsverteilung genau die gleiche war wie bei der Glühlampenverteilung, vor allen Dingen die vertikale Beleuchtung für das Ablesen der Zahlen an den Puffern, ob die Lampen rechtzeitig eingeschaltet wurden, so dass sie in der Dämmerung voll in Betrieb waren. Es ist deshalb schwer, diese Fragen ohne genauere Angaben hier zu beantworten.

Der **Vorsitzende,** Herr Prof. Dr. **B. Bauer:** Wenn das Wort nicht weiter verlangt wird, möchte ich nochmals den verehrten Herren Referenten und allen Votanten für ihre Beiträge herzlich danken und die Tagung schliessen.

Die Messung der betriebsmässigen Lichtbogenspannung an Gleichrichtern.

Von *M. Wellauer* und *W. Stettler,* Zürich-Oerlikon.

621.317.32 : 621.314.65

Bei Verwendung von Triodenröhren lassen sich verschiedene Meßschaltungen anwenden, die zur oszillographischen und zur Mittelwert- und Maximalwertmessung des Lichtbogenabfalles eines Gleichrichters im Betriebszustand sehr gut geeignet sind. Insbesondere wird eine Schaltung, die im Gleichrichterlaboratorium der Maschinenfabrik Oerlikon entwickelt wurde, näher beschrieben und ihre Vorzüge angegeben.

Pour relever à l'oscillographe ainsi que pour mesurer les valeurs moyennes et maximum de la chute de tension dans l'arc d'un redresseur en marche, il existe plusieurs montages appropriés, utilisant des triodes. L'auteur décrit un montage spécial développé par le laboratoire des redresseurs des Ateliers de Construction Oerlikon, et en expose les avantages.