

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 17 (1926)
Heft: 1

Artikel: Lichtwirtschaft
Autor: Guanter, J.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1059794>

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: 03.04.2026

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

4^o Comme on vient de le voir, *la brillance ou intensité surfacique* est une grandeur photométrique importante.

„La *Brillance* dans une direction donnée, d'une surface émettant de la lumière, est le quotient de l'intensité lumineuse mesurée dans cette direction, par l'aire projetée de cette surface sur un plan perpendiculaire à la direction considérée.“

$$\text{Brillance} = \frac{\text{Intensité}}{\text{Surface projetée}} = \frac{I}{S \cos \theta}$$

où θ est l'angle de la direction d'observation avec la normale à la surface.

„L'unité de brillance est la bougie internationale par unité de surface.“ Elle n'a pas de dénomination spéciale.

5^o La C.I.E. a adopté encore quelques autres définitions secondaires que l'on trouvera dans le Bulletin de l'A.S.E. (1924, No. 8, page 428).

„Signalons la plus importante: *le facteur d'efficacité d'une source*. C'est le rapport du flux lumineux total à la puissance totale consommée. Dans le cas d'une lampe électrique, il est exprimé en lumens par watt. Dans le cas d'une source utilisant la combustion, on peut l'exprimer en lumens par unité de temps et par unité thermique.“

6^o On rencontre encore, comme grandeur photométrique usuelle, *le rayonnement surfacique*. C'est le quotient du flux lumineux total émis par la source dans toutes les directions, par la surface de la source (par source on entend aussi bien une source réelle qu'une surface éclairée diffusante). L'unité de rayonnement surfacique est *le lumen par centimètre carré* dans le système C.G.S. C'est, dans le système usuel, le lumen par mètre carré. Cette unité est du même ordre que l'éclairement. Elle n'a pas été sanctionnée encore par le C.I.E. en raison des difficultés que soulève le problème de la réflexion diffuse. Le nom de radiance serait éventuellement donné à l'unité de rayonnement surfacique.

Bericht über die Diskussionsversammlung des V.S.E.

Samstag den 28. November 1925 in Olten

Hotel „Aarhof“.

Der Vorsitzende, Herr Direktor *Ringwald*, Präsident des Verbandes Schweiz. Elektrizitätswerke, eröffnet die Diskussionsversammlung um 9 Uhr mit einem Begrüßungswort an die Herren Referenten und an die übrigen Anwesenden. Er teilt mit, dass die Osram A.-G. die Absicht hat, eine Reihe von Propagandavorträgen über Lichtwirtschaft abzuhalten; deshalb habe er für wertvoll gefunden, zunächst die Vertreter der Werke über dieses Thema orientieren zu lassen und ihnen damit Gelegenheit zu geben, sich zu den Darlegungen des Referenten zu äussern und eventuelle Anregungen zu machen, bevor die Frage der Lichtwirtschaft einem weiteren Publikum vorgelegt werde. Daraufhin erteilt er Herrn Ing. Guanter der Osram A.-G. das Wort zu seinem Referat über

Lichtwirtschaft.

Auszug aus dem Vortrag von Ing. *J. Guanter*, Zürich,
gehalten anlässlich der Diskussionsversammlung des V.S.E. am 28. November 1925 in Olten.

Die Lichttechnik lässt sich in drei geschichtliche Entwicklungsstufen einteilen. In der *ersten Stufe*, die hunderte von Jahren brauchte, ist die Vervollkommnung der Lichtquellen selbst angestrebt und auch erreicht worden. Gelang es früher bei den Paraffin- und Stearinkerzen nur Lichtstärken von 0,5 HK₀ zu erreichen, so wurden beim Petroleumdochtbrenner 12 HK₀ erzeugt, und die weitere Entwicklung gestattete, beim Gasglühlicht und besonders beim Pressgas die Lichtstärke auf

2150 HK₀ zu steigern. Bei den elektrischen Glühlampen ist dieser Wert noch bedeutend überschritten worden, indem heute ca. 5000 HK₀ erreicht werden können.

Der Kernpunkt dieser Verbesserung liegt darin, dass es gelungen ist, Stoffe zu finden, die infolge der hohen Brenntemperatur eine grosse Lichtstrahlung erzeugen können.

Diese Entwicklungsstufe, die sich nur mit der Lichterzeugung beschäftigte, ist dadurch charakterisiert, dass die *Lichtstärke* gemessen wurde.

Der sich praktisch ergebende Nachteil der modernen Lichtquellen ist ihre hohe Leuchtdichte. Sollen die heute gebräuchlichen Glühlampen zur Beleuchtung dienen, so müssen sie in einen Beleuchtungskörper eingeschlossen werden. Damit beginnt die *zweite Entwicklungsstufe* der Lichttechnik. Im Jahre 1885 hat Leonhard Weber zur Berechnung der Beleuchtungsstärke Kurven und Formeln entwickelt, und im gleichen Jahre hat Hermann Cohn bereits die zum Lesen erforderlichen Beleuchtungsstärken festgestellt. Diese Stufe der Entwicklung ist durch das Messen der *Beleuchtungsstärke* gekennzeichnet.

Massgebend für das Sehen und Erkennen ist jedoch nicht die Beleuchtung einer Fläche, sondern die Menge und Art des von dieser Fläche zurückgestrahlten und ins Auge gelangenden Lichtes. In dieser *dritten Stufe* der Entwicklung wird der Einfluss des Lichtes auf die Augenarbeit im besondern und auf die menschliche Leistung im allgemeinen in Beziehung gebracht. Technik und Wirtschaft haben sich aller Gebiete angenommen, mit dem Ziel, mit geringsten Mitteln eine möglichst hohe Leistung zu erreichen. Die Erhöhung der Leistung stellt heute die hauptsächlichste Aufgabe der Volkswirtschaftler dar und durch Anwendung rationeller Methoden wird versucht, die Wirtschaftlichkeit eines Betriebes zu steigern. Die kaufmännischen und technischen Betriebsleiter sind sich heute noch nicht bewusst, welche und wie viel Arbeit das Auge zu leisten hat, und deshalb ist bei diesem Verbessern

und Organisieren dieses wichtigste Arbeitsorgan des Menschen selten berücksichtigt worden.

Das Auge ist unser Gesichtssinn, es vermittelt das Erkennen von Gegenständen. Das Vorhandensein der Gegenstände genügt aber dem Auge nicht, denn im Dunkeln lässt sich nichts erkennen. Das Auge braucht einen Zwischenträger, das Licht, welches eine elektromagnetische Wellenbewegung darstellt. Das Sonnenlicht ist die Gesamtheit der einzelnen Lichtfarben, denen jeder einzelnen eine bestimmte Welle zukommt, und wenn alle Wellen zusammenwirken, so entsteht bekanntlich weisses Licht. Das Licht der Temperaturstrahler besitzt angenähert auch die Zusammensetzung des Sonnenlichtes, wobei aber rot und gelb stärker, grün und blau weniger stark vertreten sind.

Der Vorgang des Sehens ist ähnlich dem des Photographierens, und die Konstruktion des photographischen Apparates entspricht ungefähr dem Aufbau des

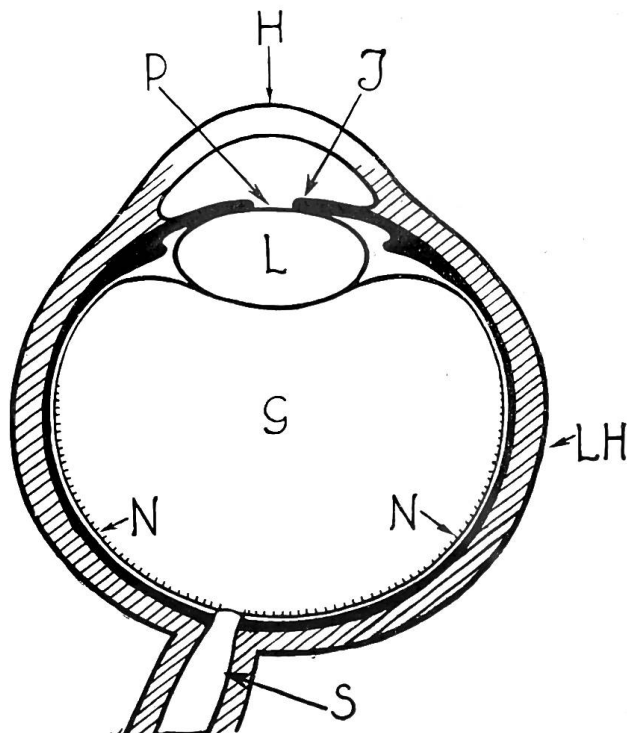


Fig. 1.

Auges. Der sogenannte Augapfel, der in Fig. 1 in einer schematischen Zeichnung dargestellt ist, wird aussen von der schützenden Lederhaut LH umgeben, diese geht vorn in die durchsichtige Hornhaut H über. Zwischen der Kristalllinse L (entsprechend dem Objektiv der photographischen Kamera) und der Hornhaut befindet sich die mit einer

farblosen Flüssigkeit gefüllte Vorkammer des Auges und die mit einer Pupille *P* (Sehloch) versehene Regenbogenhaut oder Iris *J*. Der Innenraum des Auges ist durch den aus einer gallertartigen glasklaren Masse bestehenden Glaskörper *G* ausgefüllt; die Innenwandungen sind von der lichtempfindlichen Netzhaut *N* ausgekleidet. Die Netzhaut besteht aus zwei Arten von ungeheuer vielen feinen Nervenenden, den farbenempfindlichen Zapfen und den farbuntüchtigen Stäbchen. Am Tage oder bei grosser Helligkeit sind hauptsächlich die Zapfen in Tätigkeit. Infolgedessen sieht man die Umgebung farbig. Bei schwacher Beleuchtung, z. B. in der Dämmerung, beim Mondschein usw., werden die Zapfen nicht mehr oder nur schwach erregt, dagegen vermitteln die farbenunempfindlichen Stäbchen ein Schwarz-Weissbild der Umgebung. Die Gegenstände erscheinen uns dann hauptsächlich als dunkle Schattenbilder vor hellerem Hintergrund („Bei Nacht sind alle Katzen grau“). Farbenblindheit ist teilweises oder völliges Versagen bzw. Fehlen des farbtüchtigen Apparates, der Zapfen, Nachtblindheit der Mangel an Stäbchen.

Die von den Gegenständen unserer Umgebung ausgehenden Lichtstrahlen treten durch Hornhaut, Pupille und Linse in unser Auge ein und entwerfen auf der Netzhaut ein verkleinertes Bild, das durch den Sehnerv *S* unserem Gehirn übermittelt wird. Hierbei dient die Iris oder Regenbogenhaut als Blende (entsprechend der Blende des photographischen Apparates), indem sie sich bei starker Beleuchtung

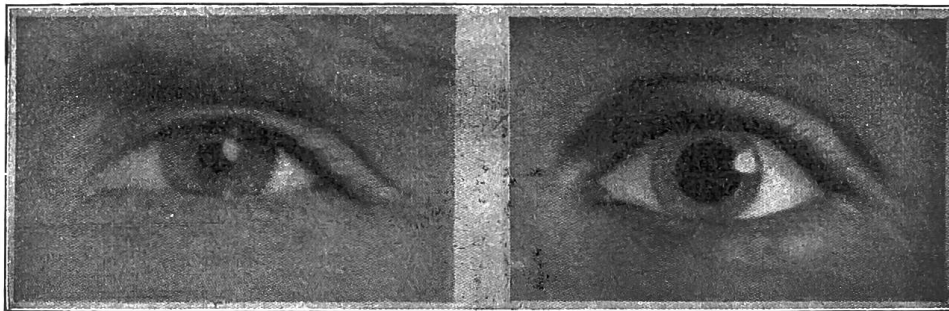


Fig. 2.

zusammenzieht und durch die verkleinerte Pupille weniger Lichtstrahlen eintreten lässt, während sie bei schwacher Beleuchtung durch die grossgeöffnete Pupille möglichst viel Licht in das Auge aufzunehmen sucht, um die Netzhaut noch zu erregen.

Diese Anpassung an die herrschende Helligkeit durch Erweiterung und Verengung der Pupille, Adaptation genannt, ist besonders stark bei den Augen der Nachtraubtiere zu beobachten. Es erfordert einige Zeit, bis sich das Auge dem Wechsel der Beleuchtung angepasst hat, weshalb man nach dem Verlassen eines hellen Raumes erst nach einiger Zeit in einer sehr schwach beleuchteten Umgebung die volle Sehfähigkeit erreicht und umgekehrt beim Uebergang vom Dunkeln ins Helle zuerst geblendet ist von der herrschenden Lichtfülle. Muss sich das Auge infolge wechselnder Beleuchtung häufig umadaptieren, so führt das rasch zu starken Ermüdungserscheinungen.

Beim photographischen Apparat wird die Schärfeneinstellung verschieden entfernter Objekte durch Verschieben des Objektivs gegen die Mattscheibe oder Platte erreicht, beim Auge dagegen erfolgt diese Einstellung durch Krümmen und Abflachen der elastischen Linse *L* mittels eines Ringmuskels. Dieser Vorgang heisst Akkommodation des Auges.

Wie auf der Mattscheibe eines photographischen Apparates, bilden sich auch auf der Netzhaut die Gegenstände im Blickfeld durch verkleinerte Projektion als hellere und dunklere Flächen ab. Massgebend für die Stärke des Eindruckes, den eine Körperfläche auf der Netzhaut des Auges hervorruft, ist ihre Leuchtdichte (Helligkeitswirkung, Leuchtkraft). Die Wahrnehmungsfähigkeit des Auges ist also abhängig von der Leuchtdichte der zu erkennenden Körperflächen.

Den Gegensatz zwischen einer sehr hohen und einer sehr niederen Leuchtdichte, z. B. eines dunklen Gegenstandes auf hellem Grunde, empfinden wir als Kontrast („Schwarz auf Weiss“). Dieser trägt wesentlich zur Erkennbarkeit von Einzelheiten bei. Auch die Komplementärfarben (die gemeinsam weiss ergeben) empfinden wir als starken Gegensatz, z. B. blau und gelb, rot und grün (Verwendung im Signalwesen der Bahn usw.).

Das Auge ist ein sehr feiner, empfindlicher Apparat, dessen Schonung wir uns besonders angelegen sein lassen sollten, zumal im heutigen Berufsleben die Augen meist in einseitiger Art ganz unnatürlich beansprucht werden. Trotzdem werden die Augen oft geradezu misshandelt, indem man ihre ohnehin schwere Aufgabe nicht durch eine möglichst günstige, zweckmässige Beleuchtung erleichtert, sondern durch eine unüberlegte Vernachlässigung der Beleuchtungsfragen dem Sehen ganz unnötige Schwierigkeiten bereitet. Es ist darum heute mehr denn je notwendig, die wesentlichsten Gesichtspunkte für eine gute, zweckentsprechende Beleuchtung klar herauszustellen und ihre Beachtung bei der Einrichtung künstlicher Beleuchtung zu fordern.

Die Beleuchtung kann in verschiedenster Weise schädlich und nützlich auf die Möglichkeit des Sehens und Erkennens von Gegenständen einwirken. Um die verschiedenen Ursachen und deren Wirkungen klar erkennen zu können, müssen wir sie voneinander zu trennen versuchen, indem wir jeweils nur eine Erscheinung betrachten. Von ausschlaggebender Wichtigkeit ist selbstverständlich die Stärke der Beleuchtung. Wenn die Umwelt wenig oder gar nicht beleuchtet ist, kann man sie kaum, bezw. überhaupt nicht erkennen. Je stärker aber die Beleuchtung ist, desto besser auch die Erkennungsmöglichkeit.

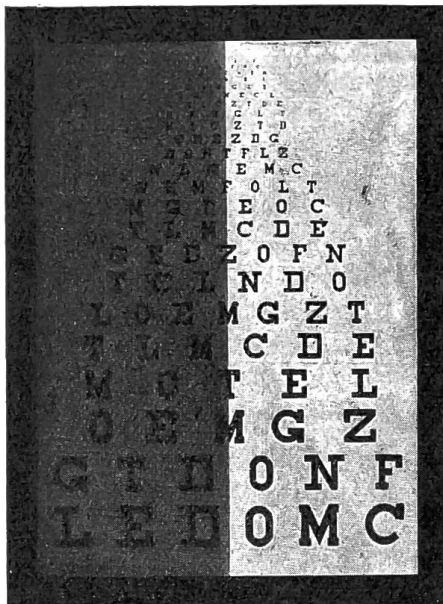


Fig. 3.

Das Erkennungsvermögen ist abhängig von der Entfernung der Gegenstände, der Augenoptik u. der Beleuchtungsstärke. So sind von der Sehschärfetafel nach Snellen (Fig. 3), wie sie vom Augenarzt und Optiker zur Augenuntersuchung verwendet wird, bei geringer Beleuchtung nur die gross gedruckten Zeilen lesbar. Steigert man allmählich die Beleuchtungsstärke, so sind immer kleinere und noch kleinere Buchstaben zu lesen. Es ist hierbei zu beachten, dass man auf der grauen Tafelhälfte bei gleicher Beleuchtungsstärke nicht so kleine Buchstaben lesen kann, als auf dem weissen Teil.

Die Erklärung ist einfach:

Für die Stärke des Eindruckes auf der Netzhaut ist allein die Leuchtdichte massgebend. Wird die Beleuchtungsstärke erhöht, fällt also mehr Licht auf die Tafel, so wird mehr Licht in das Auge zurückgeworfen; die Leuchtdichte der Fläche ist erhöht; der Netzhauteneindruck wird infolgedessen verstärkt. Da jedoch die graue Fläche nur 30 % des auf sie treffenden Lichtes zurückwirft, im Gegensatz zu der weissen mit einem Reflexionsvermögen von etwa 70 %, und daher der Kontrast zwischen Schwarz und Grau geringer ist als der zwischen Schwarz und Weiss, kann

Die Beleuchtung kann in verschiedenster Weise schädlich und nützlich auf die Möglichkeit des Sehens und Erkennens von Gegenständen einwirken. Um die verschiedenen Ursachen und deren Wirkungen klar erkennen zu können, müssen wir sie voneinander zu trennen versuchen, indem wir jeweils nur eine Erscheinung betrachten. Von ausschlaggebender Wichtigkeit ist selbstverständlich die Stärke der Beleuchtung. Wenn die Umwelt wenig oder gar nicht beleuchtet ist, kann man sie kaum, bezw. überhaupt nicht erkennen. Je stärker aber die Beleuchtung ist, desto besser auch die Erkennungsmöglichkeit.

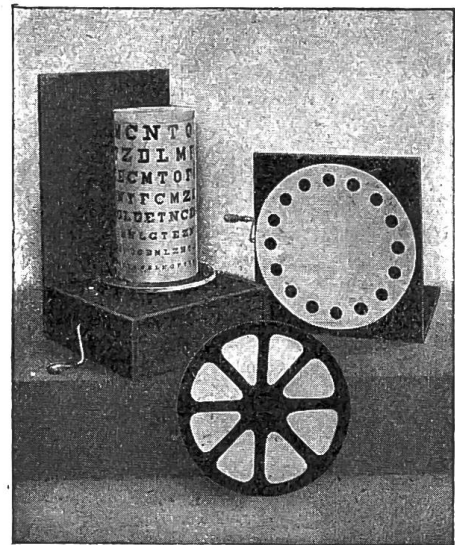


Fig. 4.

man auf der weissen Tafelhälfte bei gleicher Beleuchtungsstärke jeweils kleinere Buchstaben lesen, also leichter Einzelheiten erkennen als auf der grauen Fläche.

Auch die Sehgeschwindigkeit wird von der Beleuchtungsstärke beeinflusst, wie sich sehr verblüffend demonstrieren lässt. Wenn man eine Trommel mit Buchstaben oder eine weisse Pappscheibe mit schwarzen Punkten durch ein Uhrwerk in gleichmässige Umdrehung versetzt (konstante Drehzahl) und plötzlich wechselnd sehr stark und wieder schwach beleuchtet, so dreht sich die Trommel bzw. die Punkscheibe bei starker Beleuchtung *scheinbar* langsamer als bei schwacher, sie scheint plötzlich abgebremst zu werden. Tatsächlich liegt jedoch eine physiologische Täuschung vor. Wir sehen bei der starken Beleuchtung rascher und empfangen schneller einen starken Eindruck der Einzelheiten bei den sich bewegenden Körpern als bei schwacher Beleuchtung; wir glauben aber, die Körper drehen sich langsamer, da wir aus Erfahrung wissen, dass wir bei langsamer Bewegung die Einzelheiten eines Gegenstandes besser erkennen können, als bei raschem Vorbeieilen.

Amerikanische Untersuchungen haben ergeben, dass bei 60 Lux das Auge die Einzelheiten ca. 115 mal rascher und bei 120 Lux ca. 140 mal rascher als bei 4 Lux zu erkennen vermag. Das bedeutet einen ungeheuren Zeitgewinn, der dem Wirtschaftsleben nicht verloren gehen sollte.

Die Akkomodationsgeschwindigkeit, d. h. die Anpassungsfähigkeit des Auges auf verschieden entfernte Gegenstände lässt sich durch die Beleuchtung auch günstig beeinflussen. Besonders der Kurzsichtige hat bei guter Beleuchtung in bezug auf die Akkomodation grosse Vorteile zu erwarten.

Eine hinreichende Stärke der Beleuchtung ist also unbedingt erforderlich, um dem Auge die bestmögliche Arbeitsfähigkeit zu geben; nur dann kann die Arbeit rasch und genau ausgeführt werden. Dem Einwand, hohe Beleuchtungsstärken könnten das Auge schädigen,

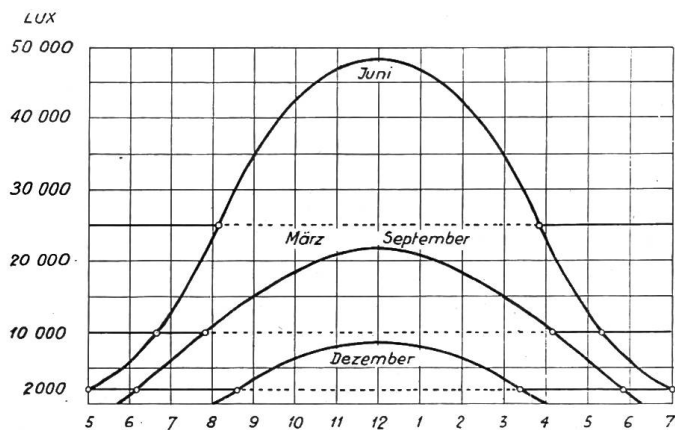


Fig. 5.

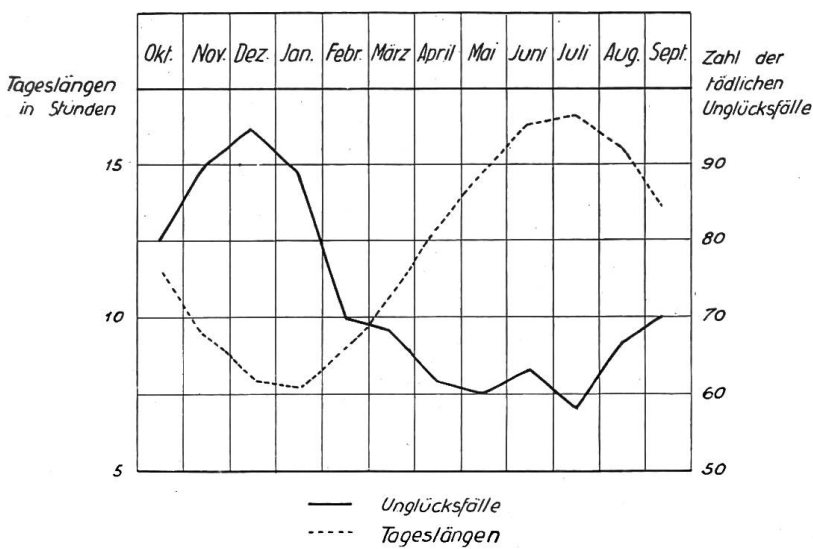


Fig. 6.

widerspricht Fig. 5. Es ist daraus zu ersehen, dass wir im Dezember noch Beleuchtungsstärken von ca. 9000 Lux aufnehmen müssen und im Sommer sogar 50000 Lux und noch mehr. Man begnügt sich bei der künstlichen Beleuchtung mit Stärken von 10–30 Lux und hält höhere Werte für Luxus und Verschwendung. Die Folgen einer solchen Ansicht sind in Fig. 6 zu erkennen, welche den Zusammenhang zwischen der Beleuchtung in industriellen Innenräumen und der Anzahl der tödlich verlaufenen

Unglücksfälle veranschaulicht. In dem Masse wie die Tageslängen abnehmen, wächst die Zahl der Unfälle. Nicht die Arbeitsermüdung im allgemeinen erklärt diese Tat-

sache. Im Gegenteil, es ist die Arbeitslust im Winter grösser als bei der drückenden Hitze des Sommers. Die Ermüdung der Augen während der Arbeit bei künstlicher Beleuchtung erklärt diesen Zusammenhang, weil die heutigen Beleuchtungsanlagen den Forderungen des Sehens und Erkennens noch nicht gerecht werden.

Gute Beleuchtung ermöglicht genaues und rasches Arbeiten, hebt Wohlbefinden und Gesundheit des Personals, erleichtert Aufsicht und Kontrolle, fördert Ordnung und Reinlichkeit eines Betriebes und bietet daher einen wesentlichen wirtschaftlichen Vorteil.

Diese Erkenntnis hat vor ca. 15 Jahren in Amerika die Glühlampenfabrikanten zum Studium dieser Dinge veranlasst. Seit zwei Jahren sind zugleich in Frankreich und England diese Fragen auch aufgeworfen und studiert worden und vor ungefähr einem Jahr haben diese Bestrebungen auch in Deutschland Eingang gefunden. Die Ueberzeugung, dass gute Beleuchtung dem Wirtschaftsleben grosse Vorteile bietet, sollte auch in der Schweiz die Veranlassung geben, allen diesen Fragen näher zu treten und wirtschaftliche Probleme vom Standpunkt der Beleuchtung zu behandeln.

Es soll in Folgendem auf einige Gebiete eingegangen werden, in denen die Lichtwirtschaft besonders wichtige Arbeit zu leisten hat.

An erster Reihe steht die Industriebeleuchtung, die besonders in Amerika eingehend studiert worden ist.

Tabelle I.

Fabrikation	Alte Beleuchtung	Neue Beleuchtung	Mehrproduktion in % der ursprünglichen Produktion	Mehrkosten in % der Löhne
Kugellager	60 Lux	$\left\{ \begin{array}{l} 72 \text{ Lux} \\ 156 \text{ Lux} \\ 240 \text{ Lux} \end{array} \right\}$	Kontrollarbeiten $\left\{ \begin{array}{l} 4 \\ 8 \\ 12 \end{array} \right\}$	$\left\{ \begin{array}{l} 0,5 \\ 1,3 \\ 2,1 \end{array} \right\}$
Eiserne Riemenscheiben	2,4 Lux	58 Lux	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Drehen} 35 \\ \text{Bohren} 16 \\ \text{Setzschraubenlöcher} 6 \\ \text{Schlüsselsitze . .} 22 \end{array} \right\} 20$	5,5
Weichmetallager . . .	55 Lux	152 Lux	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Flanschen} 20 \\ \text{Glätten} 24 \\ \text{Walzen} 9 \\ \text{Einpassen} 8 \\ \text{Bunddrehen} 27 \\ \text{Bohren} 13 \\ \text{Stempeln} 10 \\ \text{Perforieren} 12 \end{array} \right\} 15$	keine Angabe
Schwere Stahlteile . . .	36 Lux	140 Lux	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Drillen} 11 \\ \text{Rendeln} 6 \\ \text{Gewindeschneiden .} 14 \end{array} \right\} 10$	1,2
Vergaser	25 Lux	150 Lux	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Vergaser A} 10,5 \\ \text{„ B} 18,5 \\ \text{„ C} 6,5 \end{array} \right\} 12$	0,9

Die Tabelle I¹⁾ enthält eine Auslese der wichtigsten amerikanischen Untersuchungen. Es sei kurz auf die in der Tabelle angeführte erste Untersuchung eingegangen:

¹⁾ Aus „Licht und Lampe“, 1925, Heft 4. Leistungssteigerung durch Verstärkung der Beleuchtung von Dr. W. Ruffer.

„In einer Kugellagerfabrik waren 15 % der Belegschaft mit Kontrollarbeiten beschäftigt, die im Nachkontrollieren der Fertigmasse und Feststellen der Materialfehler, z. B. schlechter Auskehlungen, Rissen usw., bestanden. Die Anzahl der Kontrollarbeiterinnen betrug durchschnittlich 45. Der Untersuchungsraum erhielt im Mittel eine Beleuchtung von 36 Lux durch grosse Seiten- und Dachfenster und eine solche von 24 Lux durch künstliche Beleuchtungsanlagen, so dass eine Gesamtbeleuchtung von 60 Lux herrschte. Das Tageslicht wurde nun während der Versuchszeit soweit wie möglich abgeblendet. Die Beleuchtungsstärke wurde durch eine Beleuchtungsanlage zunächst auf 72 Lux erhöht und dann von Woche zu Woche auf 156 und 240 Lux geändert. Temperatur und Feuchtigkeit waren während der Versuchszeit fast konstant. Die Mehrproduktion beträgt, wie aus der Tabelle ersichtlich, in den einzelnen Stadien 4, 8 und 12 % bei 0,5, 1,3 und 2,1 % Mehrkosten, bezogen auf die Löhne. Die Beleuchtung von 240 Lux wurde als Erfolg der Untersuchung beibehalten. Aehnliche Resultate hatte W. A. Durgin ein paar Jahre früher bei Untersuchungen in vier Fabriken ermittelt. Die Daten mögen aus den nächsten vier Untersuchungen in der Tabelle entnommen werden. Interessant ist hierbei, dass die Leistungssteigerung zunächst genau bei den einzelnen Arbeitsarten festgestellt und dann daraus als Mittel die Mehrproduktion errechnet wurde. Eine äusserst umfassende Untersuchung hat die Common Wealth Edison Company in Chicago veranstaltet. Die Gesellschaft, die ganz Chicago mit Licht und Kraft versorgt, hat in 93 grösseren industriellen Betrieben die dort vorhandenen Beleuchtungsanlagen untersucht. Es hat sich dabei gezeigt, dass eine gute und vor allem zweckmässige künstliche Beleuchtung die Gesamtproduktion um etwa 15 % im Mittel zu heben und dabei gleichzeitig zu verbessern in der Lage ist. Die Kosten für die Umänderung der Beleuchtungsanlagen betragen demgegenüber noch nicht einmal 5 % der Gesamtunkosten.“

Die Auslagen für die Beleuchtung, gemessen an der Arbeitszeit, übersteigen in allen Fällen nirgends 2 Minuten pro Arbeitsstunde und in einigen Beispielen betragen sie nur $1\frac{1}{4}$ Minute pro Arbeitsstunde.

Es ist ausserdem auf einige Versuche hinzuweisen, die Dr. Ruffer selbst angestellt hat. Er unterscheidet dabei 5 Arbeitsreihen, wobei Reihe 1 eine angestrengte Augenarbeit erfordert, bei Reihe 2 ist sie weniger ausgeprägt, bei 3 noch weniger usw., während Arbeitsreihe 5 eine ausgesprochene Handarbeit darstellt. Bei einer Beleuchtungsstärke von 100 Lux ergibt sich gegenüber einer Beleuchtungsstärke von 25 Lux folgende Steigerung der Produktion: 98,6 % bei Reihe 1, 20 % bei 2, 8,8 % bei 3, 11 % bei 4 und 5 % bei Reihe 5. Bei 600 Lux ergeben sich gegenüber 25 Lux folgende Steigerungen: 128,3, 20,7, 14,8, 21,0 und 7 %. Die Werte bei denjenigen Arbeiten, bei denen es auf ein gutes Sehen ankommt, sind in hohem Masse von der Beleuchtung abhängig. Bei den Arbeiten, die fast keinerlei Sehstärke voraussetzen, ist zwar eine Steigerung vorhanden, jedoch ist sie nicht so ausgesprochen. Die günstigste Beleuchtungsstärke scheint für die von Dr. Ruffer gewählten Arbeiten (Prüfung der Arbeitseignung) bei 100 bis 200 Lux zu liegen. Eine weitere Verstärkung scheint nicht angebracht, da die Leistungserhöhung den Kosten nicht entsprechen dürfte. Ob allerdings 600 Lux die äusserste Grenze bilden, muss dahingestellt werden, weil Messungen hierüber nicht bekannt sind.

„In der New York City Hall Post Office sind Versuche angestellt worden, welche den Einfluss zeigen sollten, wie die Leistung wieder abnimmt, wenn die Beleuchtungsstärke verringert wird. Die Versuchspersonen, Briefsortierer, waren nach ihrer Sehstärke in drei Gruppen eingeteilt, in eine gute, mittlere und schlechte Sehgruppe. Es wurde gefunden, dass die prozentuale Schnelligkeitserhöhung bei den beiden Gruppen mit mittlerer und schlechter Sehstärke grösser war als bei der guten Sehgruppe. Weiter wurde ermittelt, dass die schlechte Sehgruppe ihre grösste Schnelligkeit erreichte unter der höchsten Beleuchtung von 168 Lux, während die mittlere und gute Sehgruppe unter einer Beleuchtung von 96 Lux am schnellsten arbeitete. Bei einer Reduktion der Beleuchtung auf ihren Anfangswert von 30 Lux fand man jedoch, dass die Produktion nicht zu ihrem ursprünglichen Wert zurückkehrte, son-

dern darüber lag. Ein ähnliches Resultat wurde auch in England gefunden. Eine Erklärung gibt E. F. Nicols, der behauptet, dass die Gewohnheit stark mitspricht. Der Arbeiter hat sich an die erhöhte Beleuchtung schnell gewöhnt, bei reduzierter Beleuchtung versucht er dann, ebenso schnell zu arbeiten. Diese Schnelligkeit hält aber nur sehr kurze Zeit an und fällt dann auf den ursprünglichen Wert zurück.“

Wenn wir in der Schweiz, da wir hier in der Regel nicht mit durchgehenden Schichten arbeiten, zu keinen solch ausgeprägten Spitzenresultaten gelangen können, so bleibt die Tatsache doch bestehen, dass bei uns noch ein weites Feld der Verbesserung offen steht, weil unsere Industrie- und Gewerbebeleuchtung in jeder Beziehung im Argen liegt.

Es ist eine unbestreitbare Tatsache, dass Licht eine enorme Anziehungsfähigkeit auf den Menschen ausübt. Hell beleuchtete Schaufenster, welche geschmackvoll dekoriert sind, vermögen die Passanten anzuziehen und regen manchen zu einem Kaufe an, den er sonst kaum gemacht hätte. Jede Vergrößerung der Interessentenkreise, die vor dem Schaufenster stehen bleiben, bedeutet eine Steigerung der Käuferzahl und somit eine Vermehrung des Umsatzes und des Gewinnes für den Kaufmann. Die Erfahrung hat schon heute gezeigt, dass die Verstärkung der Beleuchtung im Schaufenster eine Umsatzsteigerung nach sich bringt. Ein gut dekoriertes Schaufenster, das berufen wäre, die Aufmerksamkeit des Publikums auf sich zu

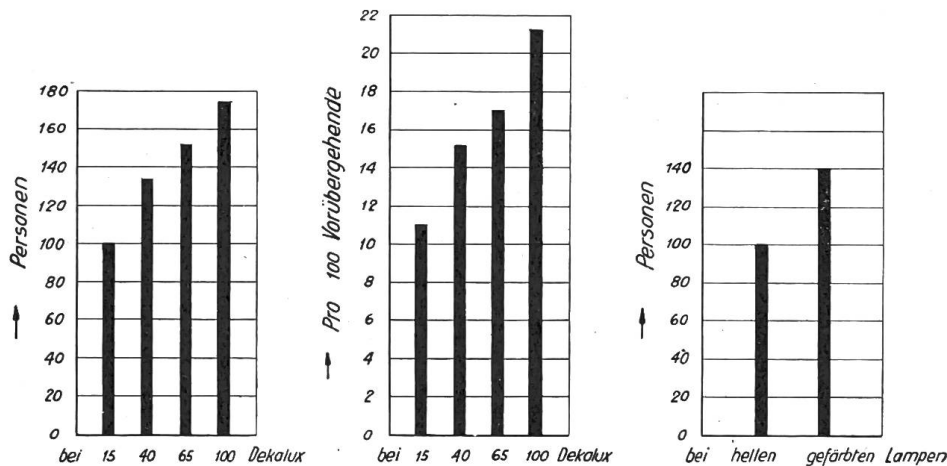


Fig. 7.

ziehen, wird den Zweck nie erfüllen, wenn die Beleuchtung schlecht ist, denn das Schaufenster wirkt abends noch mehr als am Tage, da es sich vorteilhaft aus der dunkleren Umgebung heraushebt.

Fig. 7 zeigt, wie in gleicher Zeit die Zahl der zum Stehen veranlassten Personen mit der Beleuchtungszunahme wächst. Ebenso kann nur der gut beleuchtete Laden dem Geschäftmann dienen, weil das Verkaufsgeschäft dadurch zu rascherer Abwicklung gelangt und die eingesparte Zeit für den Kaufmann reichen Gewinn bedeutet.

Ein anderes sehr wichtiges Gebiet, dessen sich die Lichtwirtschaft anzunehmen hat, ist die allgemeine Verkehrsbeleuchtung, die auf die Verkehrssicherheit, auf die Abwicklung des Verkehrs und auf die Kriminalität einen grossen Einfluss ausübt. Die Hauptstrassen, die eine mehr oder weniger hohe Beleuchtungsstärke haben, sind aber heute noch qualitativ zum grössten Teil falsch beleuchtet.

Im Eisenbahnbetrieb, in Bahnhofhallen und Geleiseanlagen vermag richtige Beleuchtung manchen schweren Unfall zu vermeiden und erleichtert die Abwicklung des grossen Verkehrs.

Auch im Heim steht der Beleuchtung noch ein grosses Feld zur Betätigung offen. Bei guter und richtig verteilter Beleuchtung wird das Wohlbefinden und die Stimmung des Menschen gehoben. Hier ist für den Architekten noch manche Aufgabe

zu lösen, besonders wenn man den physiologischen Einfluss der Lichtfarbe auf den Menschen in Betracht zieht. Es gibt für jeden Raum des Hauses die richtige Lichtfarbe und es fehlt nur am Praktiker, diese Aufgabe zu lösen.

Für die verschiedenen Anwendungsgebiete, Arbeitsprozesse usw., sind Mindestforderungen der notwendigen Beleuchtungsstärken aufgestellt worden, deren Einhaltung bei uns dringend zu empfehlen wäre. Im Ausland (so z. B. in einigen Staaten der amerikanischen Union) sind solche Forderungen bereits in die gewerbehygienische Gesetzgebung aufgenommen worden.

Tabelle II.

Mittlere Beleuchtungsstärke in Lux für die		
Beleuchtung im Freien	Innenbeleuchtung der Gebäude	Beleuchtung von Fabriken und andern gewerblichen Arbeitsstätten
Gleisfelder usw. 2 Lux	Allgemeinbeleuchtung:	Verkehrsbeleuchtung:
Strassen u. Plätze mit schwachem Verkehr 5 Lux	Nebenräume und Treppenhäuser . . . 10 Lux	Fahrwege, Höfe usw. 10 Lux
stärkerem " 10 "	Arbeitsräume, Bureaux und dergl. 60 "	Treppen und Gänge 20 "
starkem " 15 "	Arbeits- und Platzbeleuchtung:	Arbeitsbeleuchtung:
	Je nach Art der Arbeit	Für grobe Arbeit . . . 30 Lux
	75–200 Lux	" mittlere " . . . 50 "
	Schaufensterbeleuchtung:	" feine " . . . 100 "
	Fenster mit hellen Waren 200–400 Lux	" feinste " . . . 200 "
	dunklen " 500–1000 "	

Das Schätzen einer vorhandenen Beleuchtungsstärke ist infolge der Anpassung des Auges an die allgemeine Helligkeit (Adaptation) sehr schwer bzw. nur mit grossen Fehlern möglich, weshalb die Benützung eines Messinstrumentes (des Photometers oder Beleuchtungsmessers) notwendig ist. Bisher waren diese Instrumente fast alle sehr teuer und unhandlich, dagegen sind neuerdings einfach zu handhabende billigere Instrumente konstruiert und in den Handel gebracht worden.

Fig. 8 zeigt einen kleinen Beleuchtungsmesser, der von der Osram-Gesellschaft herausgebracht worden ist und mit dem jeder Laie die Beleuchtungsstärke an irgend einer Stelle zu messen imstande ist. Die Konstruktion beruht auf dem Prinzip des Bunsenschen Fettfleck-Photometers und es können damit Beleuchtungsstärke-Messungen von 0,3–600 Lux vorgenommen werden.

Die Quantität des Lichtes allein ist jedoch nicht massgebend für die Güte der Beleuchtung, sondern es sind auch noch andere Gesichtspunkte zu berücksichtigen. Man kann nämlich ohne Zweifel einen Raum sehr hell erleuchten, indem man eine oder mehrere starke Glühlampen nackt aufhängt und kann auf diese Art eine nachweisbar hinreichende Beleuchtungsstärke erhalten. Auf diese oder ähnliche Art und Weise ist man bisher meist verfahren, wie viele ältere Anlagen mit gar keinen oder ganz sinnlosen Reflektoren beweisen. Freilich ist man dabei in den wenigsten Fällen auch nur den Forderungen der Beleuchtungsstärke gerecht geworden. Während jedoch die Technik



Fig. 8.

der Lichterzeugung in den letzten Jahren sehr rasch fortgeschritten ist und zu immer grösseren und stärkeren Einheiten geführt hat, hat die Praxis in der Anwendung dieser Mittel keineswegs Schritt gehalten; daher die häufige Unzufriedenheit mit der modernen künstlichen Beleuchtung.

Es muss betont werden, dass die blanke Glühlampe nur das Rohprodukt Licht erzeugt und liefert. Es bedarf deshalb eines zweckmässig konstruierten Beleuchtungskörpers, um dieses rohe Licht in eine verwendungsfähige, dem Zweck gut angepasste Form zu bringen. Der Beleuchtungskörper oder die Armatur ist also stets ein unbedingt notwendiger Umformer des Rohproduktes Licht in die Anwendungsform Beleuchtung.

Die Merkmale für die Güte der Beleuchtung sind:

1. *Vermeidung der Blendung.*

Im allgemeinen empfinden wir eine zu grosse Leuchtdichte, einen zu starken Lichtreiz als Blendung. Blickt man in die Scheinwerfer eines entgegenkommenden Automobils, so ist man geblendet. Die Funktion des Auges ist nicht nur momentan, sondern meist noch einige Zeit nachher sehr unangenehm gestört. Wenn man nachts ein Zündholz ansteckt, um auf die Uhr zu sehen, so ist die Blendung so stark, dass man zuerst nichts erkennen kann. In der grellen Mittagssonne lässt sich andererseits kaum feststellen, ob das doch gleich hell leuchtende Zündholz brennt oder nicht.

Die Blendung ist also dem Grade nach verschieden. Sie kann bis zu einer Ueberreizung der Netzhaut führen (Nachbilder); ferner ist sie aber auch abhängig von dem Adaptationszustand des Auges, d. h. von der Tatsache, ob das Auge im allgemeinen auf hell oder dunkel eingestellt ist.

Man kann das auch durch einen Versuch leicht beweisen:

In einem verdunkelten Raum beleuchtet man die schon früher verwendete Buchstabentafel von einer gegen das Auge vollkommen abgeschirmten Lichtquelle aus

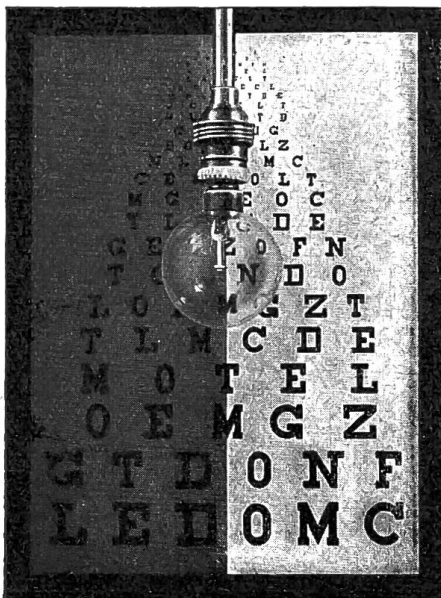


Fig. 9a.

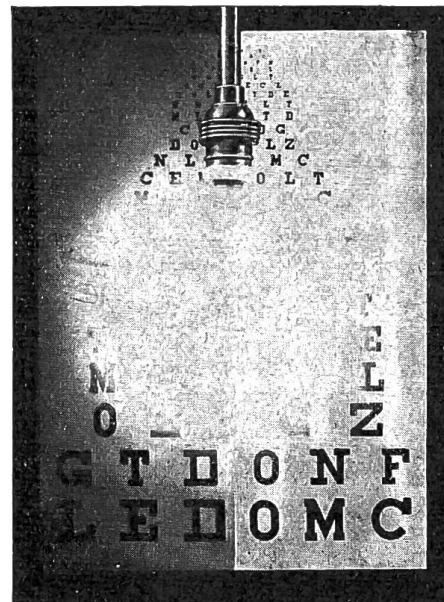


Fig. 9b.

Blendungsdemonstration an der Sehschärfetafel.

gerade so stark, dass das Auge Einzelheiten auf der Tafel erkennen kann, wenn es sich darauf eingestellt hat. Bringt man nun plötzlich vor die Tafel eine starke Glühlampe, so ist der Beschauer geblendet und kann die Buchstaben im Umkreis der Lampe nicht mehr lesen. Sein Auge kann sich nicht mehr auf die Leuchtdichte (Helligkeit) der Tafel einstellen, sondern wird gezwungen, sich gegen die viel höhere

Leuchtdichte des Leuchtsystems durch Verengerung der Pupille soweit als möglich zu schützen. Wird jedoch darauf der Raum allgemein sehr stark beleuchtet, so ist es wieder möglich, auf der Tafel etwas zu erkennen. Das Auge ist jetzt allgemein hell adaptiert und die, wenn auch höhere, Leuchtdichte stört nicht in dem Masse wie bei Dunkeladaptation.

Weiterhin ist die Grösse der leuchtenden Fläche bei gleich grossem Lichtstrom massgebend für die Stärke der Blendung. Man erkennt sofort, dass bei einer blanken Glühlampe die Blendung am stärksten ist, da die sehr kleine, aber intensiv leuchtende Fläche des Glühfadens das gesamte Licht direkt ausstrahlt. Ist dagegen die Lampe mattiert, so wird die Blendung bei gleichem Lichtstrom vermindert. Es leuchtet dann wohl die Stelle des Fadensystems besonders stark, ein Teil des Lichtstromes ist jedoch auf die gesamte Fläche des Glaskolbens verteilt. Die sogenannte Opallampe, deren Kolben aus sehr stark streuendem Opal- oder Milchglas besteht, hat eine ganz gleichmässig helleuchtende Kolbenoberfläche und blendet deshalb noch weniger, während derselbe Lichtstrom, auf die noch grössere Fläche einer die blanke Glühlampe umschliessenden Milchglasarmatur verteilt, auch unter ungünstigen Verhältnissen keinerlei Blendung mehr hervorrufen kann. Je grösser also die leuchtende Fläche ist, desto mehr wird die Blendungsgefahr vermindert.

Man muss daher von einem Beleuchtungskörper fordern, dass er derart konstruiert oder so angeordnet ist, dass Blendung unbedingt vermieden wird, denn diese beeinträchtigt das gute, deutliche Sehen in stärkstem Masse.

2. Beschaffenheit der Schatten.

Das beidäugige oder stereoskopische Sehen und die Perspektive beruhen auf geometrischen Gesetzen und werden von der Beleuchtung nicht beeinflusst. Sieht man von diesen ab, so erhalten wir einen Eindruck der körperlichen Form der Gegenstände durch die Verteilung von Licht und Schatten. Die Erfahrung hat uns nämlich gelehrt, dass auch ein einheitlich gleichmässig gefärbter Körper bei ent-

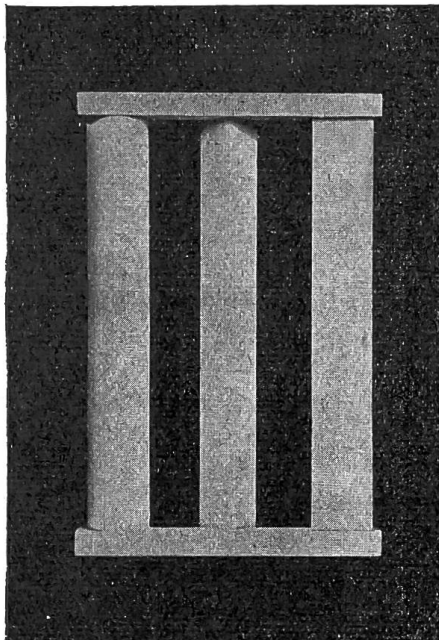


Fig. 10a.
Diffus beleuchtet

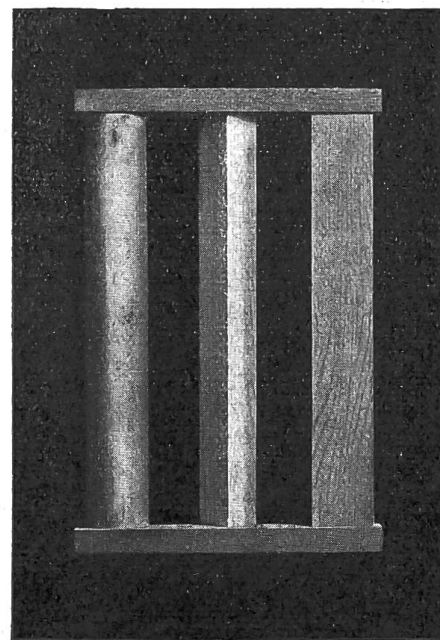


Fig. 10b.
Bei einseitigem Lichteinfall.

sprechendem Lichteinfall hellere und dunklere Flächen aufweist, so dass wir aus der „Schattierung“ eines Gegenstandes auf seine körperlichen Formen schliessen. (Die Wiedergabe von Licht und Schatten ist das wichtigste Ausdrucksmittel des Körper-

lichen bei allen bildlichen Darstellungen, z. B. bei Zeichnungen, Gemälden, photographischen Aufnahmen u. a.) Die Art und Verteilung von Licht und Schatten ist also ein wichtiger Faktor für das Erkennen von Körpern, und es ist leicht, zu zeigen, wie man es mit der Beleuchtung in der Hand hat, diesen Eindruck des Körperlichen zu beeinflussen. Drei Stäbe mit verschiedenem Profil ebenso wie eine Büste (Zeus von Otricoli) aus reinweissem Material erscheinen fast vollkommen unplastisch bei zerstreuter diffuser Beleuchtung von allen Seiten (Fig. 10a und 11a) und es ist schwer, sich über ihre Form klar zu werden. Lässt man jedoch das Licht nur von einer Richtung, z. B. von oben her, einfallen, so haben wir sofort einen klaren, deutlichen Eindruck von der Form dieser Gegenstände, indem das gerichtete Licht auf den Flächen Unterschiede der Leuchtdichte hervorruft.

Scharf umrissene, tiefe Schatten entstehen (Fig. 11b), wenn das Licht von einer Lichtquelle sehr geringer Ausdehnung („punktförmige Lichtquelle“) direkt, also



Fig. 11a.
Büste mit diffuser Beleuchtung.

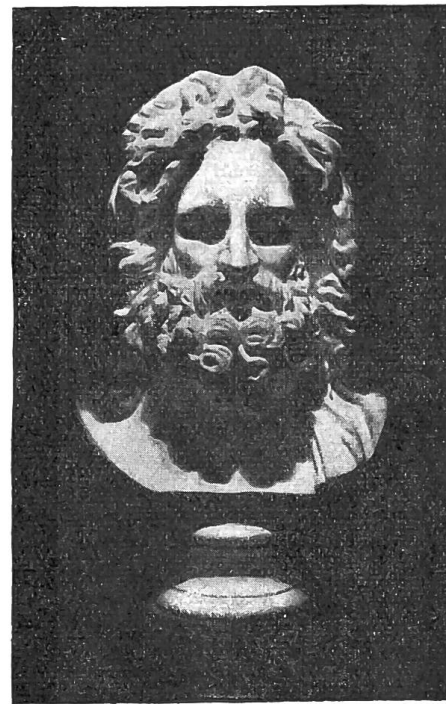


Fig. 11b.
Büste mit punktförmiger Lichtquelle von oben beleuchtet.

gerichtet, auf einen Gegenstand fällt. Wird ein Körper von *mehreren* Lichtquellen beleuchtet, so entstehen ebensoviele Schatten wie Lichtquellen vorhanden sind. Dagegen sind die einzelnen Schatten aufgehellt.

Haben wir eine Lichtquelle von sehr grosser Ausdehnung, so ist der Übergang von Licht zu Schatten allmählich. Die Schatten sind nicht scharf umrissen, sondern haben verwaschene Grenzen (Fig. 10b). Kommt das Licht nicht nur direkt und gerichtet von einer Lichtquelle, sondern auch zerstreut reflektiert von anderen Gegenständen der Umgebung auf den betreffenden Körper, so werden die Schatten umso weicher, je gestreuter (diffuser) das Licht ist. Bei völlig diffusem Licht entstehen fast gar keine Schatten, wie es auch bei stark bewölktem Himmel der Fall ist.

Zu beachten ist auch die Richtung des Lichteinfalls. Man stellt die Tischlampe zum Schreiben nicht rechts von sich, um nicht durch den Schatten der Hand gestört zu werden. Wird die Zeusbüste von unten her beleuchtet, so entsteht ein grotesk falscher, d. h. ungewöhnlicher Eindruck, weil die Schatten von unten nach oben fallen. Bei raschem Wechsel zwischen Beleuchtung von oben und von unten scheint die Büste geradezu zu hüpfen, weil sich die Grössenverhältnisse zu ändern scheinen.

Fällt das Licht steil von oben, so sind bei Betrachtungen von vorn die senkrechten Flächen wenig oder gar nicht beleuchtet. Bei Beleuchtung von vorn, also wenn die Lichtstrahlen in der Blickrichtung verlaufen, fallen die Schatten nach hinten, die Büste erscheint wie bei zerstreutem Licht unplastisch. Man soll das Licht von schräg-vorn-oben oder schräg-vorn-seitlich einfallen lassen, wenn man einen guten plastischen Eindruck erreichen will, denn man kann mit der Beleuchtung die Gegenstände nicht nur beliebig scharf herauszeichnen, man kann sie auch *verzeichnen*.

Im technischen Zeichensaal sind möglichst geringe Schatten erwünscht, im Saal für Aktzeichnen nicht. Der Uhrmacher, der Feinmechaniker, der Graveur braucht eine kontrastreiche Arbeitsplatzbeleuchtung, dagegen sind im allgemeinen bei Bureaux, Läden, Schaufenstern usw. weiche Schatten am besten.

3. *Ruhe des Lichtes.*

Jedes Schwanken und Flimmern des Lichtes ermüdet das Auge infolge der notwendigen häufigen Umstellung (auf hell und dunkel und umgekehrt) sehr rasch.

4. *Gleichmässigkeit der Beleuchtung.*

Das Auge adaptiert auf die hellste Fläche im Gesichtsfeld, weshalb die Arbeitsplätze stets am hellsten oder wenigstens nicht dunkler als die Umgebung sein sollen. Der in einem ungleichmässig beleuchteten Raum an einer dunkleren Stelle Arbeitende ist infolgedessen ungünstig adaptiert, ganz abgesehen davon, dass er sich rein psychologisch stets benachteiligt fühlen wird, was selbstverständlich nicht ohne Einfluss auf seine Arbeitslust bleiben kann.

Indem man nun die hier zusammengestellten Forderungen für einen vorliegenden Fall berücksichtigt, ergibt sich das anzuwendende *Beleuchtungssystem*. Die Frage des anzuwendenden Beleuchtungssystems muss als erste bei der Projektierung einer Beleuchtungsanlage entschieden werden. Obwohl im einzelnen zahlreiche Modifikationen und Kombinationen möglich sind, lassen sich im wesentlichen drei Hauptsysteme unterscheiden:

a) Die direkte Beleuchtung.

Bei diesem System wird die Glühlampe von oben her durch einen tiefgezogenen Reflektor überdeckt, so dass der in den oberen Halbraum fallende Teil des Lichtstromes der Glühlampe aufgefangen und durch Reflexion mit nach unten gedrückt wird.

Die Reflektoren müssen so tief gezogen und die Armaturen so hoch aufgehängt sein, dass bei normaler Kopfhaltung keine Blendung auftreten kann.

Die Schatten sind an sich hart und tief, was aber durch Vermehrung der Lichtquellen und nicht zu grossem Lampenabstand vermieden werden kann, indem sich die Lichtkegel der einzelnen Lichtquellen dann überschneiden. Dadurch erhält jede Stelle von mehreren Lichtquellen aus Licht. Es entstehen mehrere, aber aufgehellte Schatten bei grösserer Gleichmässigkeit der Beleuchtung. Die direkte Beleuchtung kommt hauptsächlich im Freien, dann auf Bahnhöfen, in grossen Fabrikhallen (Montagehallen, Giessereien usw.) und überall da zur Anwendung, wo keine oder schlecht reflektierende Wände und Decken vorhanden sind.

b) Die indirekte Beleuchtung.

Bei dieser wird der gesamte Lichtstrom erst in den oberen Halbraum geworfen, so dass er erst nach (diffuser) Reflexion von Decken und Wänden den Arbeitsplatz erreicht. Die Beleuchtung ist fast schattenlos und wirkt infolgedessen sehr ruhig und feierlich. Unbedingt erforderlich sind weisse oder hell-elfenbeinfarbige Decken und Wände (Reflexionsvermögen). Die Beleuchtungsausbeute ist durch die Reflexionsverluste geringer als bei den anderen Systemen. Anwendung in technischen Zeichensälen, zuweilen für Bureaux, ferner häufig aus dekorativen Gründen.

c) Die halbindirekte und vorwiegend direkte Beleuchtung.

Sie stellt ein Mittelding zwischen *a* und *b* dar. Ein Teil des Lichtstromes (bei vorwiegend direkter Beleuchtung der kleinere, bei halbindirekter Beleuchtung der

grössere Teil) wird erst auf Decken und Wände geworfen und von dort reflektiert. Der andere Teil geht durch eine lichtstreuende Unterschale direkt nach unten. Blendungsgefahr wird vermieden durch Anwendung von lichtstreuenden Matt- und Opalgläsern, die Schatten sind weich und angenehm; für Bureaux, Läden und andere

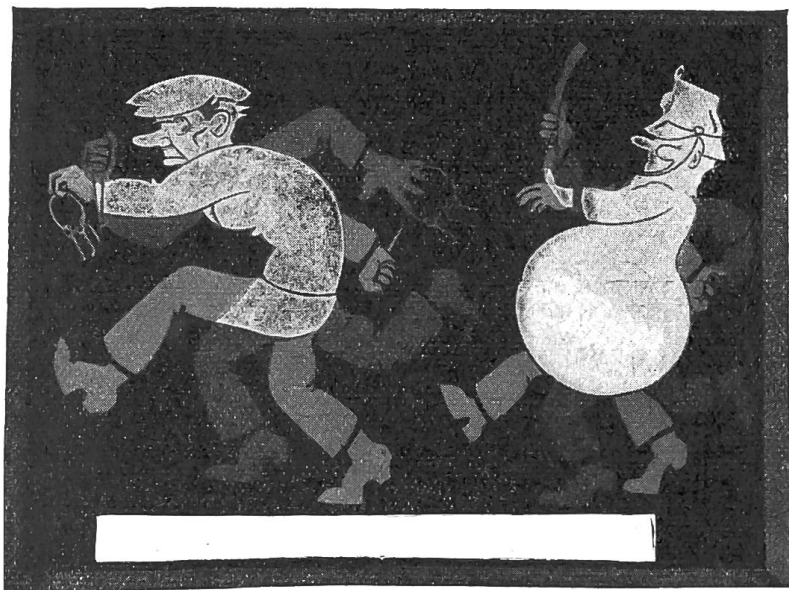


Fig. 12.

Innenräume mit hellen Decken und Wänden die am häufigsten angewendete Beleuchtung.

Es ist noch eine Spezialfrage zu behandeln, die nicht immer, dafür aber manchmal von um so grösserer Wichtigkeit ist, die *Farbe des Lichtes*. Die Körperfarbe ist die physikalische Oberflächenbeschaffenheit eines Körpers, Lichtstrahlen von gewissen Farben (Wellenlängen) zurückzuwerfen, andere dagegen aufzusaugen. Um das zu beweisen, kann man sich der in der Fig. 12 dargestellten Bildtafel bedienen.

Auf der Originaltafel sind auf schwarzem Grunde zwei Figuren aufgezeichnet mit doppelten Beinen und Armen in roter und grüner Farbe. Beleuchtet man die Tafel mit rotem Licht, so erscheinen die roten Glieder rot, die grünen werden schwarz und verschwinden auf dem schwarzen Hintergrund. Beleuchtet man dagegen die Tafel mit grünem Licht, so erscheinen die grün gezeichneten Glieder und die roten verschwinden. Bei abwechselnd roter und grüner Beleuchtung wird eine Bewegung vorgetäuscht.

An einigen Probestücken bunter Stoffe lässt sich ein im gewöhnlichen Leben öfter vorkommender Fall veranschaulichen. Werden diese abwechselnd mit dem üblichen Abendlicht von einer Glühlampe und mit einer Armatur für künstliches Tageslicht beleuchtet, so erscheinen im Licht der Glühlampe die Farben anders als bei künstlichem Tageslicht, und zwar sind die rötlichen Farbwerte stärker betont, die bläulichen mehr unterdrückt gegenüber den Verhältnissen bei Tageslicht. Das ist leicht erklärlich. Das von der Sonne herrührende Tageslicht enthält die Strahlen von verschiedener Wellenlänge in einer bestimmten quantitativen Verteilung (wenn wir von gewissen Schwankungen durch die Absorption der Atmosphäre absehen). Nehmen wir diese als normal an, so enthält das Licht von künstlichen Lichtquellen im Verhältnis viel zu viel Rot und zu wenig blau. Deshalb wird z. B. weinroter Stoff bei künstlichem Licht roter erscheinen als am Tage, weil ja mehr Rot auffällt und infolgedessen auch mehr reflektiert wird, und dunkelblauer Stoff erscheint abends fast schwarz, weil die künstlichen Lichtquellen nur wenig Blau enthalten. Das künstliche Tageslicht wird erhalten, indem man durch Vorschalten eines genau abgestimmten grün-blauen Glases (oder Färbung des Glaskolbens der Glühlampe) das Uebermass an rötlichen und gelblichen Strahlen herausfiltriert, so dass das Rot im gleichen Verhältnis zum Blau steht wie beim Tageslicht. Den hierdurch bedingten Lichtverlust muss man eben in Kauf nehmen, wo es auf tageslichtgetreue Farbbewertung ankommt. Man bedenke z. B., vor welchen Enttäuschungen der Kunde bewahrt bleibt und welche Erleichterung es im Geschäftsbetrieb eines Tuchladens oder Konfektionshauses bedeutet, wenn Räume mit künstlichem Tageslicht zur Verfügung stehen, so dass der Verkäufer weder mit jedem Stück zum Fenster gehen muss, um es dem Kunden zu zeigen, noch die am Abend verkauften Stücke umzutauschen hat, weil

sie bei Tage nicht entsprechen. Hier bedeutet ein Verlust bzw. ein Mehraufwand an Licht und damit an Stromenergie im Kleinen einen Gewinn im Grossen. An anderer Stelle, z. B. in einem Metzgerladen, wäre künstliches Tageslicht ebenso falsch, wie es vorher richtig war, denn das Fleisch sieht dabei unansehnlich und grau aus, während es gerade bei der üblichen künstlichen Beleuchtung schön rot erscheint.

Für die Arbeitsplatzbeleuchtung wird gewöhnlich direkte Beleuchtung verwendet. Jedoch soll besonders beachtet werden, dass der Arbeitende nicht durch direkte Blendung behindert wird. Die Lampe muss gut geschützt sein. Es ist jedoch möglich, dass durch Reflexion der direkten Strahlen auf spiegelnden Gegenständen der Arbeitende trotzdem geblendet wird; es muss dann durch geeignete Aufstellung der Platzbeleuchtung auch diese reflektierte Blendung behoben werden. Unter Umständen ist die Anbringung eines streuenden Glases an dem Reflektor nötig, um die Leuchtdichte auf ein erträgliches Mass zu verringern.

Jede technische Anlage arbeitet nur dann auf die Dauer mit demselben Gütegrad, wenn die Instandhaltung regelmässig und sinngemäss betrieben wird. Das gilt natürlich auch für Beleuchtungsanlagen. Diese Selbstverständlichkeit scheint bis heute sehr unbekannt gewesen zu sein und deshalb sollte hier eine Wandlung eintreten. Man soll eine Lampe ersetzen, bevor sie ausgebrannt ist, d. h. nach Ablauf der Nutzbrenndauer, die ca. 1000 Stunden beträgt. Nach Ablauf der Nutzbrenndauer verringert sich die Lichtstärke um ca. 20 %. Es hat somit keinen Zweck, die Lampe länger zu gebrauchen, da sie höchst unwirtschaftlich wird und die Anschaffung neuer Lampen sich recht bald bezahlt macht. Ein wesentlicher Faktor, der die Güte der Beleuchtungsanlage verringert, ist die Verstaubung und Beschmutzung der Beleuchtungskörper. Deshalb sollen die Armaturen regelmässig in gewissen Zeitabständen gesäubert werden.

Bei indirekten und halbindirekten Beleuchtungsanlagen sind die Wände und Decken nach gewissen grössern Zeitabständen zu reinigen, eventuell neu zu streichen, denn die Absorption des Lichtstromes wächst mit der Verstaubung der Wände sehr rasch an, so dass bei unsachgemäss unterhaltenen Beleuchtungsanlagen mit einer Verringerung der Beleuchtungsstärke von 20–40 % zu rechnen ist.

Zusammenfassend muss noch einmal betont werden, dass eine gute Beleuchtungsanlage eine dem Verwendungszweck in jeder Beziehung angepasste Beleuchtung liefern muss und dass zweckmässig konstruierte Beleuchtungskörper den von der Glühlampe als Rohprodukt gelieferten Lichtstrom erst dazu umformen müssen. Es ist selbstverständlich, dass diese Umformung Lichtverluste bedingt. Keine Umformung in der Technik geht ohne Verlust vonstatten. Nicht nur die Menge des Lichtes, sondern seine Zweckmässigkeit zum Sehen ist ausschlaggebend. Man muss also das Verhältnis des wirtschaftlichen Aufwandes zum wirtschaftlichen Nutzen betrachten, und in diesem Sinne ist eine gute Beleuchtungsanlage immer wirtschaftlich und produktiv. Die Werbekraft einer teuren Schaufensterfront, die Produktionsmittel einer Industrieanlage, der Zeitaufwand des Arbeiters und des Angestellten können nur bei guter Beleuchtung voll und ganz ausgenutzt werden. Der Kostenaufwand für eine gute Beleuchtungsanlage beträgt nur einen minimalen Bruchteil der Kosten für Erstellung des Raumes, der Maschinen und der Werkzeuge. Die Gehälter, Löhne und allgemeinen Betriebskosten betragen ein Vielfaches der Stromkosten in einem Geschäft oder einer Fabrik. Keinem Unternehmer fällt es ein, seinen Arbeitern das notwendige Handwerkszeug zu verweigern, wohl aber geschieht das oft bei einem der wichtigsten Faktoren eines rentablen Betriebes, dem Licht. Manche hier gesparte Summe bedeutet an anderer Stelle ein Vielfaches an Verdienstausschlag und Produktionsverlust.

Ueber die Beleuchtungsverhältnisse in der Schweiz lässt sich u. a. folgendes anführen: Eine im Oktober 1925 in Zürich aufgenommene Schaufensterstatistik ergibt bei 1413 kontrollierten Fenstern folgendes Resultat: Von diesen Fenstern sind 12,8 % richtig, 12 % leidlich richtig und 72,7 % falsch beleuchtet, wobei die

Fehler verschiedener Natur sind. Zum Beispiel ist jede Schaufensterbeleuchtung mit sichtbaren Armaturen falsch, noch schlechter alle jenen Beleuchtungen, wo helle oder mattierte Lampen ungeschützt und frei in den Fenstern hängen. 2,5 % der Fenster konnten nicht kontrolliert werden, weil die Statistik bei Tage aufgenommen wurde und nach der Anlage auf die mutmassliche Beleuchtung geschlossen werden musste. Die Werte fallen noch ungünstiger aus, wenn die Statistik abends aufgenommen worden wäre.

Es lässt aber auch die Statistik der Elektrizitätswerke der Schweiz einige interessante Betrachtungen zu. Ende 1923 waren laut Statistik 7149600 Glühlampen mit einem totalen Anschlusswert von ca. 263770 kW angeschlossen, was ca. 37 Watt pro Lampe entspricht. Bei einer vorausgesetzten Spannung von 220 Volt liefert eine 37 Watt Lampe ungefähr einen Lichtstrom von 300 Lumen und unter Zugrundelegung einer sehr kleinen Fläche von nur 10 m² und einem durchschnittlichen Raumwirkungsgrad von 50 % würde die 37 Watt-Lampe auf dieser Fläche eine mittlere Beleuchtungsstärke von ca. 15 Lux erzeugen.

Ein anderes Beispiel: Es entfielen pro 1923 auf jeden Einwohner der Schweiz 79 Watt für Beleuchtung. Angenommen, dass 50 % zur Beleuchtung von Strassen, Industriebetrieben, Geschäftsräumen, Bureaux usw. dienen, so verbleiben ca. 40 Watt pro Einwohner für die Heimbeleuchtung. Eine Lampe von 40 Watt liefert bei einer Spannung von 220 Volt einen gesamten Lichtstrom von 372 Lumen. Bei obigen Annahmen resultiert eine mittlere Beleuchtungsstärke von 18,6 Lux. Dieser Wert ist noch viel zu günstig, denn im Heim brennen nie alle Lampen zusammen. Man dürfte höchstens mit $\frac{2}{3}$ dieses Wertes rechnen und ausserdem entfällt pro Einwohner der Schweiz bedeutend mehr bebaute Wohnfläche als 10 m², wenn berücksichtigt wird, dass dabei für jeden Einwohner ein entsprechendes Flächenstück an Zimmern, Küchen, Korridoren, Kellern usw. in Rechnung gesetzt werden müsste. Ebenfalls ist der durchschnittliche Raumwirkungsgrad von 50 % zu hoch angenommen, denn nur neue oder frisch gestrichene Räume mit hellen Wänden und Decken weisen einen so günstigen Wirkungsgrad auf.

Der tatsächlich benützte Anschlusswert kann nicht höher als mit 50 % des Gesamtanschlusswertes von 79 Watt pro Einwohner gewählt werden. Das sind ca. 40 Watt. Multipliziert man diesen Wert mit einer jährlichen Gebrauchsdauer, die in oben erwähnter Statistik mit 1430 Stunden angegeben ist, so erhält man den durchschnittlichen Energieverbrauch für Beleuchtung von 57,2 kWh pro Einwohner und Jahr. Bei einem Preis von 45 Cts. pro kWh betragen die durchschnittlichen Auslagen für Beleuchtung pro Einwohner jährlich Fr. 25.75, was ca. 7 Cts. pro Tag ausmacht. Als Gegenbeispiel, wie gering dieser Betrag ist, diene der Vergleich mit der jährlichen Ausgabe für alkoholische Getränke, für die durchschnittlich jeder Einwohner der Schweiz ca. Fr. 190.— verwendet. Es werden also für alkoholische Getränke ca. 7 mal mehr aufgewendet als für Beleuchtung.

Fig. 5 stellt die Beleuchtungsstärken im Freien zu verschiedenen Jahreszeiten dar. Es werden dabei Tausende von Lux erreicht, und wir glauben in der Schweiz, bei der künstlichen Beleuchtung mit 18,6 Lux auszukommen. Man lässt sich von der Auffassung leiten, möglichst wenig Strom für künstliche Beleuchtung zu verwenden, da die Auslagen hiefür noch immer als unnütze Kosten betrachtet werden, vergisst aber die wesentlichsten Gesichtspunkte des Sehens, d. h. das rasche und mühelose Erfassen der uns umgebenden Welt. Die Auslagen für künstliche Beleuchtung werden durch Mehrproduktion und Mehrumsatz reichlich eingebracht, ausserdem verbessert gute Beleuchtung die hygienischen Bedingungen, wodurch die Gesundheit eines Volkes gehoben wird und dadurch der gesamten Volkswirtschaft zu gute kommt. Die errechnete mittlere Beleuchtungsstärke von 18,6 Lux ist von den wirtschaftlich und hygienisch notwendigen Beleuchtungsstärken noch weit entfernt. Die Schweiz steht in bezug auf Elektrizitätsanwendung an erster Reihe. Was den Verbrauch von Strom für Beleuchtung anbetrifft, ist die Schweiz aber schon von Amerika überflügelt und durch die intensiven lichtwirtschaftlichen Arbeiten in England, Frankreich

und Deutschland könnten auch diese Staaten einen Vorsprung gewinnen. Es lohnt sich gewiss, dass sich alle Kreise der Beleuchtung noch mehr annehmen als bisher, besonders die Fachwelt, die diesen Fragen näher steht.

In Vorstehendem ist gezeigt worden, welche grossen Vorteile durch gute Beleuchtung erzielt werden können, und da die Beleuchtungsverhältnisse in der Schweiz noch lange nicht den Forderungen hinsichtlich Quantität und Qualität gerecht werden, eröffnen sich für das Beleuchtungsgeschäft noch viele Möglichkeiten, die ausgewertet werden sollten. Die lichtwirtschaftliche Tätigkeit löst kein einseitiges Geschäft aus, sondern umfasst alle Kreise der Elektrotechnik. Das Elektrizitätswerk als Stromlieferant, der Fabrikant von Armaturen und Beleuchtungskörpern und die Fabrikanten elektrischen Materials, Apparate und Glühlampen, sowie auch die Installateure, die Architekten und überhaupt alle, die mit Beleuchtung zu tun haben, werden berücksichtigt.

Nachfolgend sollen in kurzen Zügen einige Wege und Mittel skizziert werden, wie die lichtwirtschaftlichen Bestrebungen in die Allgemeinheit eingeführt werden können.

Erste Aufgabe wird es sein, die unmittelbare Fachwelt, wie z. B. das technische Personal der Elektrizitätswerke, Installateure und Architekten aufzuklären und diese Kreise mit dem Projektieren von Beleuchtungsanlagen vertraut zu machen. Diese Aufgabe kann gefördert werden, wenn



Fig. 13.
Demonstrationsschaufenster.

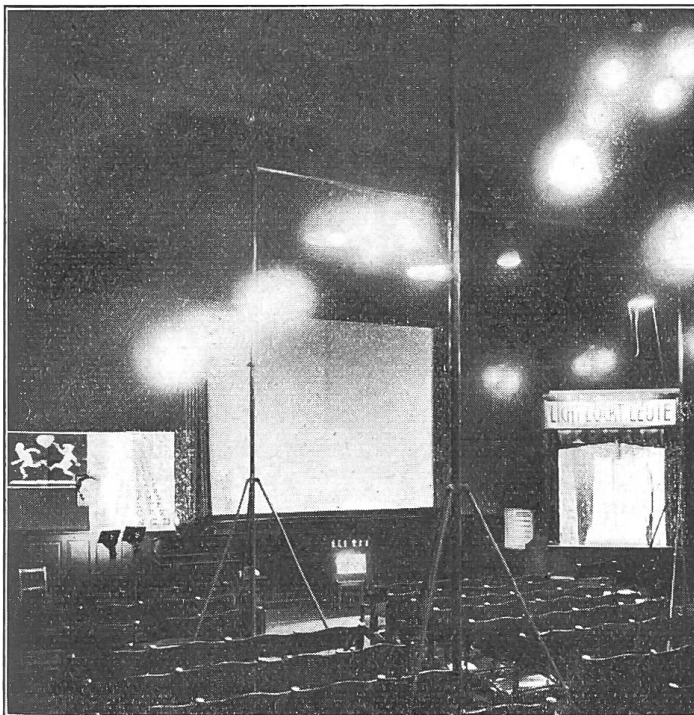


Fig. 14.
Demonstrationsgegenstände zu einem Vortrag im Kunstgewerbemuseum in Zürich.

in den Gewerbeschulen den Installateurlehrlingen in Kursen gezeigt wird, wie Beleuchtungsprojekte ausgeführt werden und welche Einflüsse und Momente zu berücksichtigen sind. Besonders an Techniken und technischen Hochschulen ist es notwendig, die angehenden Techniker mit diesen Fragen vertraut zu machen und Leute für diesen neuen Zweig der Technik heranzubilden. Jeder Ingenieur, der in seiner Praxis in den technischen Betrieb kommt, sollte die Zusammenhänge zwischen Beleuchtung und Produktion kennen.

Zur Weitereinführung lichtwirtschaftlicher Bestrebungen in die breite Allgemeinheit sind viele Möglichkeiten vorhanden. Die Presse, die Druckschrift, der Vortrag und am besten die praktische Demonstration ist imstande, die heute noch tief eingewurzelten Fehler zu erläutern, weil an Hand

von Beispiel und Gegenbeispiel am besten aufgeklärt werden kann (Fig. 13 und 14). Die einzelnen Elektrizitätswerke, die stark an dieser neuen Bewegung interessiert sein dürften, sollten in den vorhandenen Verkaufsräumen Demonstrationsstätten einrichten, wo dem Interessenten Beleuchtungsanlagen vorgeführt werden könnten. Den verschiedensten Kreisen sollten entsprechende Vorträge gehalten werden. In Frage kommen beispielsweise: Betriebsleiter industrieller Firmen, Architekten, behördliche Stellen, Ladenbesitzer, Fachverbände, Verkehrsfachleute usw.

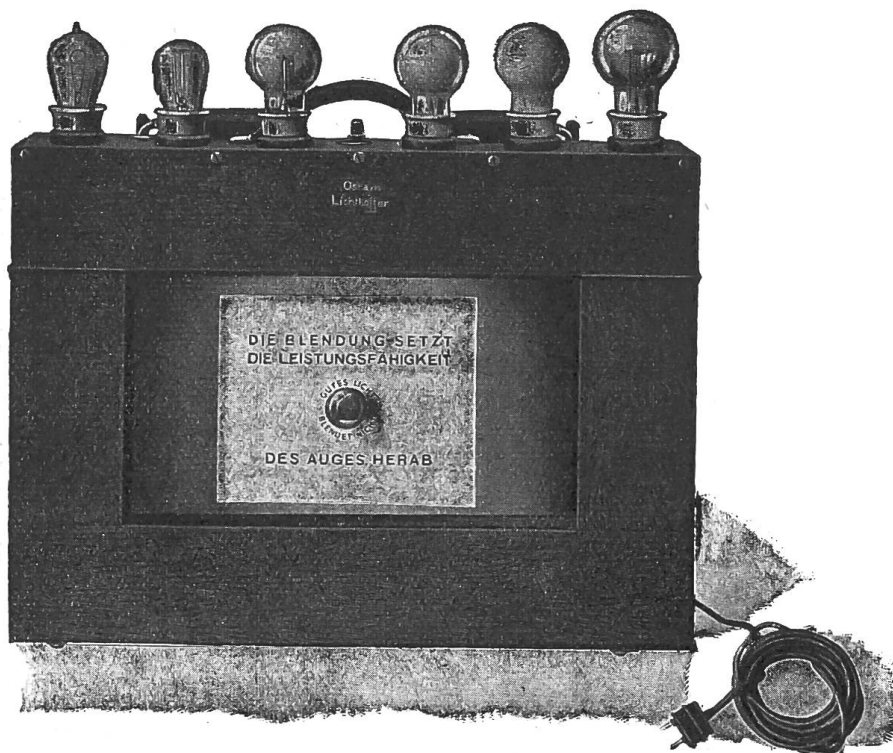


Fig. 15

behördliche Stellen, Ladenbesitzer, Fachverbände, Verkehrsfachleute usw.

Die Aufklärung der Frauenwelt erscheint auch sehr angebracht, da Neuerungen und Verbesserungen im Heim meistens durch die Frau angeregt, zur Ausführung gelangen.

Wo keine Demonstrationsstätten eingerichtet werden können, eignet sich der sog. Lichtkoffer (Fig. 15) sehr gut, um in kleinen Kreisen von ca. 40 Personen Demonstrationsvorträge zu halten.

Dem breiten Publikum sollte es möglich sein, sich an zuständigen Orten Rat zu holen und durch Beratungs- und Projektierungsbureaux bei den einzelnen Elektrizitätswerken liesse sich diesem Bedürfnis Rechnung tragen. Durch weitgehende Aufklärung in der Presse, in Broschüren und Zeitschriften kann der lichtwirtschaftliche Gedanke gefördert werden.

Der Konsument sollte in Zukunft vom Installateur die richtige Beleuchtung für diesen oder jenen Raum verlangen können und mit dem Beleuchtungsmesser hätte der Installateur dem Besteller nachzuweisen, dass er die geforderte Beleuchtungsanlage wirklich gebaut hat.

Wenn einmal mehrere Elektrizitätswerke praktisch vorgegangen sind und eine lichtwirtschaftliche Tätigkeit entfaltet haben, dann könnte sich die Notwendigkeit herausstellen, dass sich alle Interessenten – Werke, Behörden und Fabrikanten – in einer Vereinigung zusammenschliessen, denn manche Frage steht offen, die erst bei gemeinsamer Arbeit gelöst werden kann. Es sollen nur einige Aufgaben einer solchen Vereinigung angedeutet werden. Zum Beispiel Anstellen von Versuchen in der schweizerischen Industrie zwecks Ermittlung des Einflusses der Beleuchtung auf Produktion und Qualität von Erzeugnissen. Studium des Beleuchtungsstromabsatzes durch lichtwirtschaftliche Arbeiten mittels besonderer Tarife (Schaufenster- und Reklamebeleuchtung), Einfluss der Spannungsschwankungen auf die Beleuchtung und Studium der Möglichkeiten, um die Schwankungen auf ein Mindestmass zu bringen. Aufstellen von Beleuchtungsnormen für Gewerbe-, Industrie- und Strassenbeleuchtung. Herausgabe von Grundsätzen zur Bewertung und Bau von Armaturen und Beleuchtungskörpern usw.

Der *Vorsitzende* dankt dem Referent aufs beste für seinen interessanten Vortrag, der durch Lichtbilder und eine Anzahl einleuchtende Experimente trefflich illustriert wurde und eröffnet die Diskussion, indem er die Anwesenden ersucht, ihre Bemerkungen zum Vortrag Guanter offen mitzuteilen.

Burri von den Elektrizitätswerken des Kantons Zürich bringt zu den Ausführungen des Referenten folgenden Beitrag:

Der Gedanke, der der neuen Bewegung der Lichtwirtschaft zugrunde liegt und der von Amerika ausgehend über Frankreich, England und Deutschland nun auch zu uns gekommen ist, enthält unbestreitbar eine grosse Werbekraft für die Elektrizitätswerke.

Die Beleuchtungstechnik hat unter dem Regime der Elektrizität eine grosse Entwicklung durchgemacht. Viel Scharfsinn und viel Arbeit wurde darauf verwendet, billige Glühlampen mit hoher Lebensdauer und geringem Stromverbrauch herzustellen und diese allen Bedürfnissen anzupassen. Daneben war man bestrebt, geeignete Beleuchtungskörper und Armaturen zu bauen, die sich den Räumen in ästhetischer Hinsicht anpassten, die betriebssicher waren und vor Unfällen schützten. Aber in anderer Hinsicht hat man die Beleuchtungstechnik bisher vernachlässigt. Die Wahl der Lichtstärke, die Anordnung der Lampen und die Wahl der Beleuchtungsart überliess man meistens ganz den Installationsstellen, denen das erforderliche Verständnis hiefür abgehen musste, weil die Grundlagen entweder noch nicht vorhanden waren oder ihnen nicht zugänglich gemacht werden konnten. Auch die Architekten schenkten der künstlichen Beleuchtung im allgemeinen zu wenig Aufmerksamkeit.

Die Beleuchtungstechniker haben sich nun, wie der Vortrag von Herrn Guanter gezeigt hat, die Aufgabe gestellt, diese Lücke auszufüllen und ihre Bestrebungen gehen von der Voraussetzung aus, dass eine Massnahme, die die Allgemeinheit betrifft, nur dann wirksam ist, wenn sie auch der Allgemeinheit leicht verständlich gemacht wird. Aus diesen Gründen wurde die neue Bewegung der Lichtwirtschaft von Anfang an nicht nur auf wissenschaftlicher, sondern auch auf praktischer Grundlage aufgebaut, und das ist für die Durchschlagskraft einer neuen Sache von grösster Bedeutung. Die bereits erstellten Lichthäuser in andern Ländern und z. B. auch die provisorischen Einrichtungen hier im Saal sind dafür ein sprechendes Beispiel. Jedermann, also auch der Fachkundige, der die Vorfürungen sieht, gelangt zur Ueberzeugung, dass das als falsch gezeigte wirklich falsch und das als gut bezeichnete auch wirklich gut und zweckmässig ist. Demonstrationsmöglichkeiten nach diesem Vorbilde, wenn auch in kleinem und kleinstem Masstabe, müssen überall herum geschaffen werden, damit jeder die Vorteile der zweckmässigen Beleuchtung für seine Verhältnisse studieren kann, denn Anschauung und Beispiel sind ja die besten Werbemittel.

Meine Herren! Die vermehrte Abgabe von Lichtenergie ist für die weitere Entwicklung unserer Elektrizitätswirtschaft von grosser Wichtigkeit. Sie wissen, dass die Herren Kollegen von der Gasindustrie uns immer aufmuntern, für billige Beleuchtung zu sorgen. Diese Herren würden es bekanntlich gerne sehen, wenn der Preis für die Lichtenergie bei den Elektrizitätswerken herabgesetzt würde, wie es hie und da leider schon geschehen ist. Das dürfen wir aber nicht tun, denn das würde unsere Konkurrenzfähigkeit bei der Abgabe von Wärmestrom herabmindern, sondern wir müssen den Lichtenergiepreis auf einer angemessenen Höhe halten und gleichzeitig für vermehrten Absatz von Lichtenergie sorgen. Die Werke können für die Beleuchtungsenergie ein Vielfaches des Preises verlangen, der für Wärmeenergie, sagen wir für die elektrische Küche, bezahlt werden kann. Die Lichtenergie ist die bestbezahlte Energie, die die Elektrizitätswerke abgeben, auch wenn berücksichtigt wird, dass sie die Belastungskurve der Werke im ungünstigen Sinn beeinflusst. Wenn auch der Verbrauch an Kilowattstunden für Beleuchtung im Verhältnis zum übrigen Verbrauch, besonders in industriellen Gegenden, nicht gross ist, so sind doch die Einnahmen aus dem Lichtenergieverkauf ganz bedeutend. Bei den Ueberlandwerken, z. B. in industriellen Gegenden, beträgt die Lichtenergieabgabe etwa 15% des Gesamtverbrauchs und doch ergibt sich daraus die Hälfte der Gesamteinnahmen der Werke. Bei den städtischen Elektrizitätswerken liegen die Verhältnisse für den Beleuchtungsstrom noch günstiger. Sie sehen also schon aus diesen Zahlen, welche grosse Bedeutung der Beleuchtung für die Werke zukommt.

Der gesteigerte Bedarf an Licht ist nicht nur zum Vorteil der Werke, sondern auch zum Vorteil der Abnehmer. Denn es ist im heutigen Vortrag auf Grund von Erfahrungen in andern Ländern nachgewiesen worden, dass durch richtige Anwendung der Beleuchtung die Produktionsmöglichkeit in den Fabriken erhöht und die Zahl der Unfälle verringert werden und dass dem Geschäftsmann durch eine richtige Schaufensterbeleuchtung erhöhter Umsatz ermöglicht wird. Eine zweckmässige und ausreichende Beleuchtung kann also in jeder Hinsicht grosse Bedeutung erlangen.

Die gute Beleuchtung schliesst aber noch eine besondere Werbekraft für die Elektrizitätswerke in sich. Dadurch, dass die von der Lichtwirtschaft angestrebten Ziele nur durch die elektrische Beleuchtung erreicht werden können, wird gezeigt, welche universelle Anpassungsfähigkeit die Elektrizität für alle möglichen Zwecke hat.

Der *Sprechende* bemerkt sodann, dass seiner Meinung nach die Glühlampenindustrie nicht in erster Linie Propaganda für ihre Produkte mache, sondern dass sie die Werke und ihre Abnehmer in wirtschaftlicher Hinsicht unterstütze, indem sie helfen wolle, die Abgabe von Beleuchtungsstrom zu steigern und die Beleuchtung im allgemeinen zu verbessern; damit lenke sie gleichzeitig die Aufmerksamkeit aller Kreise auf ihre eigenen Produkte. Aus einer geschickt gewählten Werbung werden also alle Beteiligten, die Werke, die Bezüger und die Fabrikanten elektrischen Materials, wie Glühlampen usw., Nutzen haben, ein Vorgehen, das schon wegen des feinen Gedankens, der damit zum Ausdruck gebracht wird, Beachtung verdient.

Der Redner ersucht daher die Elektrizitätswerke, die Bestrebungen der Glühlampenindustrie zur Vermehrung und Verbesserung der Beleuchtung zu unterstützen.

Filliol, directeur du Service électrique de la ville de Genève, prend ensuite la parole comme représentant du Comité Suisse de l'Éclairage (C. S. E.); ce comité fait partie de la Commission Internationale de l'Éclairage (C. I. E.) où chaque pays délègue un certain nombre de personnalités, en vue de l'étude en commun des problèmes que soulève l'éclairage. C'est aux Etats-Unis que l'on constate tout spécialement une tendance marquée vers la vulgarisation d'un bon éclairage dans les domaines les plus divers. Le prochain Congrès de la C. I. E. aura lieu précisément aux Etats-Unis et son activité sera orientée de ce côté-là. La C. I. E. en général et le C. S. E. en particulier sont reconnaissants aux entreprises qui s'efforcent de répandre les notions d'un bon éclairage, car il reste beaucoup à faire dans ce domaine. Une campagne de propagande ne peut être qu'avantageuse pour les centrales, même si ces dernières ne recherchent que leur intérêt immédiat. La question qui se pose est de savoir comment organiser cette propagande et à qui s'adresser en premier lieu. L'orateur suppose que la conférence de M. Guanter était spécialement destinée aux représentants des centrales, et qu'elle serait à modifier et à compléter sur certains points si elle devait être faite devant un autre auditoire. Il est désirable en effet de faire la distinction entre deux catégories d'auditeurs: le personnel technique des usines électriques d'un côté, le grand public, particuliers, architectes, installateurs, etc. de l'autre. L'orateur termine par le vœu que la discussion d'aujourd'hui soit orientée vers les solutions pratiques pour la propagande d'un bon éclairage.

Der *Vorsitzende* stellt dem Referenten die Frage, wie die Osram A.-G. diese Propagandaaufgabe auffasse.

Guanter antwortet, dass für Fachleute zwei Vorträge über Lichtwirtschaft vorgesehen sind; der eine wird ähnlich dem heutigen sein, der andere soll von den Grundbegriffen und Einheiten der Beleuchtungstechnik sprechen und auf technische Einzelheiten, wie z. B. der Armaturen, Beleuchtungssysteme, die Art der Glassorten usw., näher eingehen. Im Gegensatz dazu soll sich ein dritter Vortrag an ein weiteres Publikum wenden, um demselben die Vorteile einer rationellen Beleuchtung unmittelbar zu zeigen und Fragen jeder Art zu beantworten.

Nachdem der *Vorsitzende* gefragt hat, ob jemand etwa gegen eine Propaganda betreffend Lichtwirtschaft im Publikum selbst Bedenken haben sollte und sich niemand dazu äussert, kommt der Sprechende auf einzelne Punkte des Vortrages Guanter zurück: Die Behauptung, dass die Anzahl Unfälle mit zunehmender Beleuchtung kleiner wird, bedarf einer Präzisierung dahin, dass es sich dabei um Unfälle im geschlossenen Raum und bei künstlicher Beleuchtung handelt; bei Unfällen im Freien spielen nämlich die meteorologischen Verhältnisse dazu noch eine ausschlaggebende Rolle, indem z. B. der Föhn eine Vermehrung der Verkehrsunfälle mit sich bringt. Ferner warnt der Sprechende gegen die Anwendung allzu greller Farben bei der Schaufensterbeleuchtung mittelst farbigem Licht; es mag sein, dass das farbige Licht das grosse Publikum lockt; die empfindlichen Leute hingegen werden dadurch eher abgestossen. Vom rein wirtschaftlichen Standpunkte aus betont *Ringwald* das grosse Verdienst der Osram A.-G. und des Referenten in ihren Propagandabestrebungen. Gegenwärtig, wo die Tarife für den Verkauf elektrischer Energie immer mehr im Sinken begriffen sind, ist der Lichtkonsum umso mehr zu fördern. Dabei scheint die günstigste Jahreszeit der Herbst zu sein, weil die Beobachtung lehrt, dass das Bedürfnis nach reichlicher Beleuchtung viel intensiver nach der Lichtfülle des Sommers vorhanden ist als später im Winter, da infolge der Akkomodation des Auges man sich eher mit einer mittelmässigen Beleuchtung zufrieden gibt. Der *Sprechende* schliesst seine Ausführungen mit einigen kleineren praktischen Anregungen zur Förderung des Lichtkonsums, wie z. B. die reichliche Beleuchtung der öffentlichen Räume und im besondern der „Stammtische“ im Café und Restaurant, in der Meinung, dass die „Gäste“ dann viel eher eine bessere Beleuchtung ihres eigenen Heimes auch wünschen werden. Dabei sollen sich die Elektrizitätswerke nicht scheuen, gelegentlich auf eigene Kosten mehr und stärkere Lampen einzuführen, z. B. bei Schaufensterbeleuchtung in Dörfern.

Cagianut, Sub-Direktor der Bernischen Kraftwerke, möchte zu der Äusserung Guanter, nach welcher vom Standpunkte der Lichtwirtschaft aus im allgemeinen unrationell gearbeitet und zu wenig geleistet wird, fragen, ob die Glühlampenfabriken selber nicht auch teilweise daran schuld sind, indem sie bisher die Glühlampen in zu kleinen Einheiten herstellten. Es gibt schweizerische Netze, in welchen die 10kerzigen Lampen in 35% der Fälle vorkommen, was meistens einer ganz ungenügenden Beleuchtung entspricht. Trotzdem die Herstellungskosten dieser kleinen Lampen höher sind, verkaufen die Fabrikanten dieselben zum gleichen Preise wie die Lampen grösserer Kerzenzahl. Auch der Konsument muss wegen der kürzeren Lebensdauer mit grösseren Kosten rechnen. Die Glühlampenfabriken sollten diese niederkerzigen Lampen eventuell nicht mehr fabrizieren oder dieselben wenigstens zu höheren Preisen verkaufen. Der *Sprechende* begrüsst zum Schluss die gemeinsamen Bestrebungen der Glühlampenfabriken und der Elektrizitätswerke zur Förderung des Lichtkonsums.

Maute, Direktor der Osram A.-G., Zürich, gibt dem Vorredner zu, dass die Glühlampenfabriken eine gewisse Schuld an sich tragen, und zwar dadurch, dass sie sich im Bau immer kleinerer Typen früher gegenseitig überboten; sie sind übrigens gerne bereit, gewisse Lampentypen fallen zu lassen, wenn dieselben von der Mehrheit der Werke nicht mehr verlangt werden. Augenblicklich sind bei Osram Normungsbestrebungen im Gang. Die Bedürfnisse für Innenbeleuchtung sollen künftig mit der genormten Reihe von 5 Typen, nämlich 15, 25, 40, 60 und 100 Watt, wovon die ersten 3 Typen sich bereits auf dem Markt befinden, gedeckt werden. Ob die 75 Watt-Type beibehalten werden soll, sei bis jetzt noch nicht abgeklärt. Die 15 Watt-Lampe, die einer Lichtstärke von ca. 11 Kerzen entspricht,

soll ferner nur so lange hergestellt werden, als sie noch gewünscht wird; nachher würde die 25 Watt-Lampe als kleinste Einheit gelten. Es ist also von Vorteil, dass sich die Werke auf diese Normaltypen einstellen. Die neue Reihe sieht vor, dass niederwattige Lampen nur luftleer, höherwattige Lampen von bestimmten Einheiten an nur gasgefüllt ausgeführt werden sollen; ferner, dass möglichst nur mattierte Lampen, statt helle und mattierte, Verwendung finden sollen, da der Verkauf dadurch wesentlich erleichtert würde. Es sei beiläufig bemerkt, dass mattes Glas bloss 3–4% Lichtverluste gegenüber der Anwendung von hellem Glas verursacht. *Maute* erklärt sich namens der Osram A.-G. gerne bereit, Lokalvorträge in den grossen Städten wie auch in einigen andern Zentren über Lichtwirtschaft zu veranstalten, die von Fall zu Fall dem Zuhörerkreis angepasst werden sollen; er wird sich gerne mit den Elektrizitätswerken im einzelnen über die Durchführung verständigen. Osram könne wohl die lichtwirtschaftliche Bewegung in Fluss bringen und auch laufend Anregungen machen; die Aufklärung im breiten Publikum müsste nachher aber durch die Werke selbst erfolgen.

Prof. *Wyssling*-Zürich gibt seiner Freude Ausdruck, dass in bezug auf die Verbesserung der Lichttechnik auch in der Schweiz intensiver als bisher gearbeitet werden soll, denn die Verhältnisse lassen bei uns noch viel zu wünschen übrig. Die Kunst einer zweckmässigen Beleuchtung ist noch nicht verbreitet; die Installateure arbeiten auch meistens ganz unrationell und man begeht den Fehler, dass man ihnen den Entwurf von Beleuchtungsanlagen vollständig überlässt, weil keine kompetenten Fachleute sich damit abgeben. Man sollte darnach streben, die grösste Lux-Zahl pro kW und kWh zu erreichen. Die Werke könnten allerdings meinen, eine Erhöhung der Lichtstärke pro kW sei für sie gerade unerwünscht, weil der Konsum an elektrischer Energie dadurch eher zurückgehen würde. Diese Befürchtung ist aber nicht begründet, denn zur Zeit des Ueberganges von den Kohlenfaden- zu den Metalldrahtlampen z. B. war ein Rückgang des Stromverbrauches nicht zu konstatieren. Es zeigt sich im Gegenteil, dass der Lichtbedarf mit der Qualität der Beleuchtung zunimmt. Die Lichtanschlüsse könnten jetzt im allgemeinen noch vermehrt werden, und zwar namentlich auf den Arbeitsplätzen. Es fehlt nur an einer passenden Instruktion; es sollte gelernt und besonders *gelehrt* werden. Ein entsprechender Unterricht an der Eidg. Technischen Hochschule wird allerdings kaum in Frage kommen, weil der Studiengang sonst schon sehr belastet ist und infolge der angestrebten Sparmassnahmen der nötige Kredit schwer aufzubringen wäre. Wenn ein solcher Unterricht während des Studiums so gut wie ausgeschlossen erscheint, so ist der Sprechende der Osram A.-G. umso dankbarer, wenn sie diese Aufklärungsarbeit auf sich nimmt. Gegen die Kritik, die etwa laut werden könnte, dass die Osram A.-G. damit Privatinteressen verfolge, bemerkt *Wyssling*, dass, wenn durch diese Propaganda die Anwendung des elektrischen Lichtes im allgemeinen gefördert wird, die Vorteile, die nebenbei von der betreffenden Gesellschaft erzielt werden können, derselben durchaus zu gönnen sind. In diesem Sinne wären nicht nur Vorträge, sondern auch technische Kurse für Installateure besonders wünschbar, während die nächste Aufgabe des Comité Suisse de l'Eclairage in der Förderung der wissenschaftlichen Seite der Beleuchtungstechnik zu suchen wäre.

Maute stellt ausdrücklich fest, dass die Osram A.-G. bei der lichtwirtschaftlichen Tätigkeit nach aussen, d. h. gegenüber dem Verbraucher, keine Markenreklame verfolge; die Vorträge sollen vielmehr streng neutral gehalten werden, zur objektiven Orientierung sowohl des Publikums wie auch der technischen Kreise.

Bertschinger, Direktor der Elektrizitätswerke des Kantons Zürich, kommt auf die Frage der Lampennormalisierung kurz zu sprechen. Anknüpfend an die Ausführungen *Cagianut*, die er unterstützt, schlägt er vor, die 15 Watt-Lampe so bald wie möglich dadurch auszumerzen, dass sie in der besprochenen normalisierten Reihe der Osram A.-G. überhaupt nicht aufgenommen wird. Dafür möchte der Antragsteller anregen, dass die 60 Watt-Lampe als oberste Stufe der zunächst vorgesehenen normalisierten Reihe möglichst sofort eingeführt wird.

Auf eine Anfrage des Vorsitzenden bemerkt *Ganguillet*-Zürich, Leiter der Einkaufsabteilung des V. S. E., dass ein einfaches Mittel, den Lichtverbrauch zu fördern, darin besteht, dass die Werke die grossen Lampen billiger als die kleinen verkaufen.

Auf die Anregung *Bertschinger* antwortet *Maute*, dass die Normalisierung der Lampentypen Umstellungen in der Fabrikation bedinge, weshalb nicht alle Grössen gleichzeitig, sondern nur schrittweise eingeführt werden können. Der Sprechende macht noch einige Angaben über die normalisierten Lampen, die in bezug auf spezifischen Energieverbrauch und Nutzbrenndauer ohne weiteres den geltenden V. S. E.-Bestimmungen genügen, wobei ihre Lichtstärke, wie bisher, nach 1000 Brennstunden nicht mehr als 20% abnehmen darf.

Filliol remarque à propos des tractations en cours avec les fabriques de lampes à incandescence, que nous allons être favorisés en Suisse, en ce sens que c'est dans notre pays, à Genève, que s'est fixée la Société pour le développement de l'éclairage „Phoebus“, société constituée par les principales fabriques de lampes à incandescence d'Europe et d'Amérique, pour l'étude en commun des problèmes que soulèvent la fabrication et l'emploi rationnel des lampes.

Cette Société, qui est actuellement en voie d'organisation, possédera un bureau de normalisation et un laboratoire, et sera en mesure de mettre des personnalités compétentes à la disposition des intéressés pour tous renseignements désirables.

Hasler, vom Elektrizitätswerk der Stadt Zürich, möchte den Eindruck, dass wir in der Schweiz in bezug auf die Anwendung des elektrischen Lichtes noch im Rückstand sind, etwas mildern; seiner Ansicht nach sind die Verhältnisse bei uns durchaus nicht so schlimm und wenn man dieselben mit dem, was in Amerika geschieht, vergleicht, so darf man auch nicht vergessen, dass dort seit 15 Jahren in dieser Richtung gearbeitet wird und trotzdem inzwischen nicht so viel erreicht wurde als es Aussenstehenden den Anschein machen könnte. Die elektrische Wohnungsbeleuchtung ist nirgends

so weit wie bei uns entwickelt; Petroleum und Gas kommen in andern Ländern, wie z. B. in England und Frankreich viel häufiger vor. Was die Beleuchtung der Fabrikräume anbetrifft, so sind auch in Amerika nur ausnahmsweise die Betriebe musterhaft eingerichtet. Damit sei das Verdienst der Werke aber in keiner Weise geschmälert. Ihre Bestrebungen sind im Gegenteil voll anzuerkennen. In dieser Beziehung sind übrigens die amerikanischen Unternehmungen vor günstigere Bedingungen gestellt; da sie mit wesentlich grösseren Arbeitsfeldern zu tun haben, können sie an die Ausbildung von Lichttechnikern herantreten, die sich speziell mit einem bestimmten Gebiet der Lichtwirtschaft befassen (Beleuchtung der Wohnungen, Beleuchtung der Werkstätten, Beleuchtung des Verkehrs, etc.). In der Schweiz wird ein Hauptfortschritt erreicht sein, sobald Spezialisten ausgebildet sind und über die nötige Zeit verfügen, sich mit Beleuchtungsfragen abzugeben; wenn wir auch erst jetzt in dieser Richtung zu arbeiten beginnen, so sind wir trotzdem imstande, das Versäumte nachzuholen, denn das Ausland steht gegenwärtig nicht wesentlich über uns.

Guanter gibt zu, dass die Verhältnisse bei uns anders sind als in Amerika. Was die Ausbildung von Lichttechnikern anbelangt, fügt er hinzu, dass in Frankreich eine „Société pour le perfectionnement de l'éclairage“ bestehe, die zum Studium der Beleuchtungsfragen 10 Ingenieure nach Amerika abgeordnet hat. Zum Schlusse bemerkt der Sprechende, dass die Begriffe einer rationellen Beleuchtung umso leichter ins Publikum eindringen werden, als die Fachwelt darüber eingehend orientiert sein wird.

Der *Vorsitzende* dankt nochmals dem Referenten für seine Ausführungen, ebenfalls den Diskussionsteilnehmern und den übrigen Anwesenden; besonders dankt er aber Hrn. Ingenieur Boder, Betriebsleiter des Elektrizitätswerkes Olten, welcher sich um die Einrichtung des Saales zur Vorführung der Demonstrationsexperimente bemüht hat, und schliesst die Vormittagsversammlung um 12 Uhr.

Am Nachmittag hielt Herr Prof. Dr. W. *Wyssling*, Mitglied der Eidg. Kommission für elektrische Anlagen, ein Referat über *Aenderungen im Verfahren der behördlichen Prüfung von elektrischen Verteilanlagen und Exportgesuchen*. Daran anschliessend fand eine kurze Diskussion statt.



Technische Mitteilungen. – Communications de nature technique.

Sondertagung der Weltkraftkonferenz im September 1926 in Basel. Die erste Weltkraftkonferenz fand im Juli 1924 in London, auf Einladung eines britischen Komitees, statt. Die Schweiz war an dieser Veranstaltung ebenfalls beteiligt, zu welchem Zwecke ein Schweizerisches Nationalkomitee¹⁾ gebildet wurde, unter Führung des damaligen Präsidenten des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins, Herrn Dr. Ed. Tissot. Dr. Tissot veranstaltete am 13. Dezember 1924 in Bern eine Diskussionsversammlung des S. E. V., an welcher er über die erste Weltkraftkonferenz eingehend berichtete und woran anschliessend eine rege benutzte Diskussion stattfand²⁾.

Das Schweizerische Nationalkomitee beschloss sodann, auf Anregung von Herrn Dir. Ringwald, zu versuchen, eine zweite Weltkraftkonferenz im Anschluss an die in diesem Jahre in Basel stattfindende Internationale Ausstellung für Binnenschifffahrt und Wasserkraftnutzung zu organisieren, wobei allerdings von Anfang an eine Einschränkung des Programmes, im Vergleich zu dem in London durchgeführten, gedacht wurde. Diesbezügliche Unterhandlungen im Internationalen Exekutivkomitee, das letzten Sommer in London tagte, und im Schweizerischen Nationalkomitee führten zur Aufstellung des nachstehend wiedergegebenen Programmes der Konferenz und zu den ebenfalls wiedergegebenen Richtlinien für die Berichterstattung, die von der Geschäftsstelle in London an die 44 an der Weltkraftkonferenz beteiligten Nationen mit der Einladung zur Beteiligung an der Basler Sondertagung abgesandt wurde.

¹⁾ Zusammensetzung desselben s. Jahreshft 1926, Seite 8.

²⁾ Siehe Bericht über diese Diskussionsversammlung, Bulletin 1925, No. 1.

Technisches Programm der Sondertagung der Weltkraftkonferenz.

A. *Wasserkraftnutzung und Binnenschifffahrt.*

- a) Allgemeines (z. B. Niederschlagsmengen und Wassermengen in Flüssen in Funktion der Zeit, Einfluss von Fluss- und Seeregulierungen, Staubecken auf die Wassermengen usw.).
- b) Technische Angaben:

Wasserkraftnutzung:

1. Wasserbau, Tief- und Hochbau.
2. Die hydraulischen Maschinen und ihre Zubehör.
3. Die elektrischen Maschinen und ihre Zubehör.
4. Die Schaltanlagen.

Binnenschifffahrt:

1. Wasserbau, Tief- und Hochbau.
 2. Fahrzeuge.
 3. Ausrüstungsgegenstände.
- c) Wirtschaftliche Betrachtungen, z. B. über die Gestehungskosten der Energie, unter Berücksichtigung der Ausbaugrösse usw., bzw. über die Transportkosten und Transportzeiten und deren Vergleich mit andern Transportarten.
 - d) Die Beziehungen zwischen Wasserkraftnutzung und Binnenschifffahrt.

B. *Der Austausch der elektrischen Energie zwischen verschiedenen Ländern.*

- a) Allgemeine Angaben über bestehende und projektierte Austauschmöglichkeiten und deren Vor- und Nachteile.