

<b>Zeitschrift:</b>	Bulletin de l'Association suisse des électriciens
<b>Herausgeber:</b>	Association suisse des électriciens
<b>Band:</b>	59 (1968)
<b>Heft:</b>	9
<b>Rubrik:</b>	Stand und Entwicklung der Beleuchtungstechnik : Bericht über die 16. Hauptversammlung der Internationalen Beleuchtungs-Kommission (CIE) in Washington, Juni 1967

### **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:** 22.02.2026

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

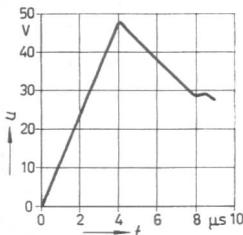


Fig. 15  
Für die Anordnung der Fig. 5a berechnete  
Einschwingsspannung an der Phase 1 der  
Versuchslleitung bei Berücksichtigung der  
Unsymmetrie  
Erdleitfähigkeit  $K_E = 10^{-2}$  S/m

tiv reflektierten Wellen vom Typ 2 am Leitungsanfang ankommen. Die Geschwindigkeit dieser Wellen ist von der Erdleitfähigkeit praktisch unabhängig und unterscheidet sich nur wenig von der Lichtgeschwindigkeit  $c_0$ , wie aus Fig. 9 zu entnehmen ist. Deshalb ist die Zeit bis zum Erreichen des ersten Scheitels praktisch unabhängig von der Erdleitfähigkeit.

Die Einsattelung am 2. Knickpunkt der Einschwingsspannung ist darauf zurückzuführen, dass die Ausbreitungsgeschwindigkeit  $v_1$  der Welle 1 geringer ist als die der Welle 2. Da die Geschwindigkeit  $v_1$ , wie aus Fig. 9 hervorgeht, mit der Erdleitfähigkeit abnimmt, während die Geschwindigkeit  $v_2$  von dieser praktisch unabhängig ist, wird die Einsattelung mit abnehmender Erdleitfähigkeit immer ausgeprägter.

Die am erstlöschenden Pol bei dreiphasigem Abstandskurzschluss mit Erdberührung auftretende Einschwingsspannung wurde für eine Erdleitfähigkeit von  $10^{-2}$  S/m berechnet (Fig. 14). Sie stimmt in ihrem Verlauf mit der in Fig. 7 wiedergegebenen, an der Versuchslleitung gemessenen Spannung gut überein. Bis zum ersten Scheitelwert unterscheidet sie sich nicht von der Einschwingsspannung am erstlöschenden Pol bei dreiphasigem Abstandskurzschluss ohne Erdberührung. Danach erst machen sich die am Leitungsende bestehenden Unterschiede, die in der Übertragungsfunktion zum Ausdruck kommen, bemerkbar. Da die Einschwingsspannung bei diesem Schaltfall im wesentlichen von dem Wellentyp 2 geprägt wird, ist ihre Dämpfung entsprechend gering.

Die bei Berücksichtigung der Unsymmetrie für die Versuchslleitung erhaltenen Eigenwerte der Matrix  $Z' \cdot Y'$  zeigen, dass diese Leitung in ihren Eigenschaften einer vollkommen symmetrischen Leitung recht nahe kommt. Es treten nämlich wie dort praktisch nur zwei unterschiedliche Wellengeschwindigkeiten und Dämpfungsbeläge auf, die mit den zuvor unter der Annahme vollkommener Symmetrie für diese Größen berechneten Werten weitgehend übereinstimmen. Diese Übereinstimmung erklärt die Beobachtung, dass die für Symmetrie

berechneten Einschwingsspannungen den gemessenen weitgehend entsprechen.

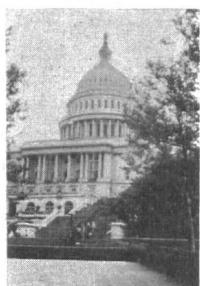
Die Einschwingsspannung am erstlöschenden Pol bei dreiphasigem Abstandskurzschluss ohne Erdberührung wurde unter Berücksichtigung der Unsymmetrie und unter der Annahme einer Erdleitfähigkeit von  $10^{-2}$  S/m berechnet und ist in Fig. 15 dargestellt. Sie unterscheidet sich nur unwesentlich von der in Fig. 13b wiedergegebenen Einschwingsspannung für den gleichen Schaltfall und die gleiche Erdleitfähigkeit, deren Berechnung vollkommene Symmetrie der Leitung zugrunde gelegt wurde.

## Literatur

- [1] J. R. Carson: Wave Propagation in Overhead Wires with Ground Return. Bell Syst. techn. J. 5(1926), S. 539...554.
- [2] K. W. Wagner: Operatorenrechnung und Laplacesche Transformation nebst Anwendungen in Physik und Technik. Leipzig, Barth, 2. Auflage 1950.
- [3] L. V. Bewley: Traveling Waves on Transmission Systems. New York, Wiley, second edition 1951.
- [4] R. Zurmühl: Matrizen. Eine Darstellung für Ingenieure. Berlin/Göttingen/Heidelberg, Springer, 1958.
- [5] W. F. Skeats, C. H. Titus and W. R. Wilson: Severe Rates of Rise of Recovery Voltage Associated with Transmission Line Short Circuits. Trans. AIEE Power Apparatus and Systems 76(1958), S. 1256...1264.
- [6] M. Pould: Nouvelles notions sur les vitesses de rétablissement de la tension aux bornes des disjoncteurs à haute tension. Bull. Soc. Franç. Electr. 95(1958), S. 748...763.
- [7] A. Hochrainer: Der Abstandskurzschluss. ETZ-A 80(1959), S. 65...70.
- [8] M. L. Orgeret et J. Renaud: Le disjoncteur pneumatique à haute tension et les vitesses de rétablissement de tension élevées: le défaut kilométrique. Bull. Soc. Franç. Electr. 96(1959), S. 724...744.
- [9] P. Baltensperger und E. Ruoss: Der Abstandskurzschluss in Hochspannungsnetzen. Brown Boveri Mitt. 47(1960), S. 329...339.
- [10] W. Rieder et J. Passaquin: Sur la décroissance du courant vers zéro et le courant résiduel dans les disjoncteurs. Rapport CIGRE No. 105, (1960).
- [11] W. Rieder und H. D. Kuhn: Bedeutung und Schwierigkeiten der sogenannten «Nachstrom»-Messungen. Schweiz. Techn. Ztg. 58(1961), S. 609...619.
- [12] A. Eidinger et W. Rieder: Problèmes de défaut kilométrique. Rapport CIGRE No. 103, (1962).
- [13] A. Hochrainer: Einschwingsspannung und Schalterbeanspruchung. ETZ-A 83(1962), S. 916...918.
- [14] P. Baltensperger: Neuere Erkenntnisse auf dem Gebiet der Schaltvorgänge und der Schalterprüfung. Brown Boveri Mitt. 49(1962), S. 381...397.
- [15] W. Rieder et A. Eidinger: Signification de la sévérité d'un circuit, avec référence particulière au défaut kilométrique et à l'essai synthétique des disjoncteurs. Rapport CIGRE No. 103, (1964).
- [16] A. Hochrainer: Zur Äquivalenz der Prüfschaltungen für Hochspannungsleistungsschalter. ETZ-A 85(1964), S. 180...184.
- [17] G. Kummerow: Die Spannungsbeanspruchung von Hochspannungs-Hochleistungsschaltern beim Ausschalten von Abstandskurzschlüssen. Siemens Z. 38(1964), S. 350...356.
- [18] E. Bolton et al.: Etudes britanniques sur les phénomènes du défaut kilométrique. Rapport CIGRE No. 109, (1964).
- [19] W. Schultz: Dämpfung von Wanderwellen beim Abschalten von Abstandskurzschlüssen und langen unbelasteten Leitungen. Siemens Z. 38(1964), S. 356...359.
- [20] A. Eidinger und J. Jussila: Die transientes Einschwingvorgänge bei dreiphasigen Abstandskurzschlüssen. Brown Boveri Mitt. 51(1964), S. 303...319.

## Adresse des Autors:

Dr.-Ing. Herbert Karrenbauer, Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, Hochspannungsinstut, Lilienthalstrasse 150, D-35 Kassel-Bettenhausen.



## Stand und Entwicklung der Beleuchtungstechnik

### Bericht über die 16. Hauptversammlung der Internationalen Beleuchtungs-Kommission (CIE) in Washington, Juni 1967

628.93

La Commission Suisse de l'Eclairage a organisé une séance à Zurich, au cours de laquelle elle orienta les participants intéressés aux questions d'éclairage par plusieurs exposés concis au sujet des travaux et des résultats de la session principale de la Commission Internationale de l'Eclairage, qui eut lieu à Washington en juin 1967. Les lignes qui vont suivre sont vouées à l'activité des Comités de travail institués dans les divers domaines de l'éclairage, et fournissent en outre un aperçu général des excursions d'éclairage dans les USA, organisées en relation avec ce congrès international.

Die Schweizerische Beleuchtungs-Kommission veranstaltete eine Tagung in Zürich, an der sie in mehreren Kurzvorträgen den an Beleuchtungsfragen interessierten Teilnehmern Bericht über die Arbeit und die Ergebnisse der Hauptversammlung der Internationalen Beleuchtungs-Kommission erstattete, welche im Juni 1967 in Washington stattfand. Nachstehend wird die Tätigkeit der Arbeitskomitees gewürdigt, welche für die verschiedenen Gebiete der Lichttechnik eingesetzt sind, und ein Überblick über die Beleuchtungsexkursionen in den USA gegeben, die im Zusammenhang mit dem internationalen Kongress durchgeführt wurden.

## 1. Einleitung

Die Internationale Beleuchtungs-Kommission (IBK), die sich alle vier Jahre zu ihren Hauptversammlungen in Orten der Mitgliedstaaten vereinigt, ist vom 19. bis 28. Juni 1967 zu ihrer 16. Tagung in Washington zusammengekommen. Die 28 ordentlichen und 10 angegliederten Mitgliedstaaten entsandten etwa 450 Kongressteilnehmer; davon nicht ganz die Hälfte aus Europa, und von diesen 13 Teilnehmer aus der Schweiz.

Die wichtigsten Aufgaben einer Hauptversammlung sind neben der Erledigung organisatorischer und administrativer Fragen, wie sie für alle internationalen Vereinigungen typisch sind, die fachliche Information, der Gedankenauftausch und die Diskussion über verschiedene Probleme des gesamten Gebietes der Lichttechnik, welche unter Fachleuten zur Debatte stehen, oder über Entwicklungen und Erkenntnisse, die sich neu abzeichnen, aber auch über Anwendungen, welche noch neu sind und für die noch zu wenig Erfahrungen vorliegen. Zur laufenden Behandlung von Lichtproblemen in der Zeit zwischen den einzelnen Vollversammlungen hat die IBK schon seit langem Arbeitskomitees bestellt, die sich seit der Tagung in Washington wie folgt aufteilen: 20 Expertenkomitees (E), denen das Studium bestimmter Probleme aufgetragen ist;

4 Sekretariatskomitees (S), welche nur einen Fortschrittsbericht über bestimmte Gebiete der Lichttechnik in den einzelnen Ländern abzugeben haben.

Die Arbeitskomitees, in denen die jeweils geeigneten Vertreter der verschiedenen Länder als Experten oder Korrespondenten sitzen, können nach Bedarf zusammenkommen. An der Hauptversammlung hält jedes Arbeitskomitee eine Sitzung ab und versucht, die Ergebnisse ihrer Arbeiten zu einer Lösung zu führen, damit sie die einzelnen Länder möglichst gleichartig anwenden und so die internationale Verständigung auf dem gesamten Gebiet der Lichttechnik gefördert wird. In den zusammenfassenden Sitzungen der Arbeitskomitees, die allen Tagungsteilnehmern zugänglich sind, werden zudem von Fachleuten Berichte über neue Erkenntnisse oder weitere Teilprobleme des Aufgabenkreises der einzelnen Komitees vorgetragen und daraus ergeben sich dann neue Fragen, welche das betreffende Komitee bis zur nächsten Hauptversammlung möglichst mit dem Vorschlag eines Ergebnisses zu bearbeiten hat.

Die internationalen Kongresse fördern den persönlichen Kontakt unter den Fachleuten aller Mitgliedstaaten; diesem Zwecke dienen auch die Exkursionen und Vorführungen, welche vom Gastland vor, während und nach der Hauptversammlung durchgeführt werden.

## 2. Information der schweizerischen Fachleute über die IBK-Tagung 1967

In der am 7. Dezember 1967 von der Schweizerischen Beleuchtungskommission (SBK) im Kasino Zürichhorn in Zürich veranstalteten Tagung, die von rund 300 Personen besucht war, vermittelten einige Fachleute, welche in Washington gewesen waren, in 18 Kurzreferaten mit z.T. sehr anschaulichen Lichtbildern einen Abriss über die wichtigsten Ergebnisse der IBK-Tagung in Washington. Das Sekretariat der SBK hatte von fast allen Referaten Kurzfassungen vorbereitet, welche den Teilnehmern ausgedehnt wurden, so dass sie über Unterlagen verfügen, die ihnen noch lange dienlich sein können.

Für einen weiteren Kreis von Interessenten seien im folgenden Zusammenfassungen von den Berichten der Arbeitskomitees gegeben, wobei natürlich nur einige und vor allem jene Gebiete berücksichtigt werden, die von allgemeinem Interesse sind. Es wird auch über die Arbeit einiger Komitees berichtet, über die an der SBK-Tagung nichts vorgetragen wurde.

Die vorhergehende 15. Hauptversammlung hatte im Jahr 1963 in Wien stattgefunden; die nächste Zusammenkunft soll 1971 in Barcelona abgehalten werden. Als Präsident der IBK wurde Dr. J. Vermeulen (NL) gewählt; das Sekretariat (Zentralbüro) verbleibt in Frankreich.

## 3. Tätigkeit und Ergebnisse der Arbeitskomitees

### E – 1.1, Größen und Wörterbuch

Das Wörterbuch, das sich seit Jahren für die Verständigung ausgezeichnet bewährt hat, soll in dritter Auflage erscheinen. Der

Entwurf hiezu wurde gutgeheissen; es wird nur noch einen Band umfassen und demnächst herauskommen. Die Begriffe und Definitionen sind wie bisher, in den Sprachen Französisch, Englisch, Deutsch, und neu in Russisch aufgeführt, und die Begriffe allein in den weiteren Sprachen Spanisch, Italienisch, Niederländisch, Polnisch und Schwedisch übersetzt.

Es sind jetzt etwa 880 definierte Begriffe gegenüber bisher rund 500 im Wörterbuch enthalten, und besonders erfreulich für die internationale Allgemeingültigkeit ist, dass es das Comité Electrotechnique International (CEI) nunmehr vollständig als Teil seines eigenen Wörterbuches übernimmt.

Ein Wörterbuch ist nie endgültig; darum setzt das Komitee gleich die Vorarbeiten für eine neue Auflage fort. Für die Gebiete der Kolorimetrie und der Farbe lagen schon für die 3. Auflage Vorschläge für Änderungen und Erweiterungen vor, die aber nicht berücksichtigt werden konnten. Die Zusammenarbeit mit anderen Komitees wird vertieft; diese sollen die Definitionen von neuen Begriffen möglichst publikationsreif vorbereiten.

### E – 1.2, Photometrie

Das Komitee befasste sich u. a. mit folgenden vordringlichen Problemen:

a) Klärung der Ursachen, weshalb bei Strahlungs- und Lichtstrommessungen von verschiedenen nationalen Laboratorien die Ergebnisse übermäßig voneinander abweichen. So haben z. B. die Messungen der absoluten Strahlung in sieben Laboratorien bis 3 % Abweichung ergeben, die Lichtstrommessungen an Fluoreszenzlampen bis 3,5 % und an Quecksilber-Hochdrucklampen doppelt so hohe Streuungen. Mit der Gegenüberstellung der benutzten Messgeräte und -methoden und einer gegenseitigen Vergleichsmessung der spektralen Empfindlichkeit der verwendeten photoelektrischen Zellen soll versucht werden, die Ursachen der Abweichungen herauszufinden.

b) Durchführung von Messungen des Reflexions- und Leuchtdichte-faktors an verschiedenen lichtstreuenden, weissen Materialien.

c) Zusammenstellung eines Berichtes, der alle die Lichtmessung betreffenden Empfehlungen aus verschiedenen Publikationen der IBK umfasst und darüber hinaus die aktuellen Probleme der Photometrie behandelt.

### E – 1.3.2, Kennzeichnung der Farbwiedergabe

Im Fortschrittsbericht steht, was in den einzelnen Ländern an Methoden zu Messungen und Kennzeichnung der Farbwiedergabe von Lichtquellen unternommen worden ist.

Das Komitee hat 1964 einen Bericht über die Terminologie der Farbwiedergabe publiziert und 1965 folgte die IBK-Publikation Nr. 13: Verfahren zur Messung und Kennzeichnung der Farbwiedergabe-Eigenschaften von Lichtquellen.

Für die in Vorbereitung stehende zweite Auflage sind Ergänzungen und Erläuterungen besprochen worden.

Verschiedene Lampenhersteller haben damit begonnen, detaillierte Farbwiedergabe-Eigenschaften, ja direkt den Index  $R_a$ , in ihren Listen anzugeben. In Beleuchtungsempfehlungen sind Anforderungen der Farbwiedergabe bis jetzt noch nicht aufgenommen worden, doch bestehen Absichten hiefür.

Die Zukunftsaufgaben umfassen u.a.: Erleichterung der Berechnung der Farbindizes mit Hilfsmitteln (Tabellen, Computer-Programme), Vereinfachte Methoden für die schnelle Überprüfung von Lampen, Normung weiterer Farbmuster insbesondere von Fluoreszenzfarben und Einführung von Farbwiedergabe-Indizes in die Beleuchtungspraxis und in andere Lichtanwendungen, z.B. Farbphotographie und Farbfernsehen.

### E – 1.4.2, Sehleistung

Die Absicht des Komitees, eine ausführliche Publikation über den Zusammenhang zwischen Beleuchtung und Sehleistung herauszubringen, musste wegen des umfangreichen Stoffes fallen gelassen werden. Es sollen darum in Teilberichten die Sehleistungsmerkmale im Hinblick auf ganz bestimmte technische Fragen behandelt werden. Der erste Bericht wird die Beziehung zwischen der Kontrastempfindlichkeit und der Leuchtdichte für verschiedene Sehauflagen zum Gegenstand haben.

### S – 2.1.1, Lichtquellen

Der Kongress-Rapport berichtet über Fortschritte in der Entwicklung von Lichtquellen im Verlauf der letzten Jahre und enthält Hinweise auf Entwicklungsmöglichkeiten. In der Fabrikation sind auch Fortschritte zu verzeichnen; bei den Temperatur-

strahlern haben die Typen der Halogenglühlampen eine bedeutende Erweiterung erfahren.

Quecksilber-Hochdrucklampen werden mit Leistungen bis zu 20 kW hergestellt, und ihre spektrale Zusammensetzung ist wesentlich verbessert worden, indem jetzt Metallhalogene zugefügt und neue Leuchtstoffe verwendet werden.

Bei den Natriumlampen konnte die Lichtausbeute des Niederdrucktyps auf über 170 lm/W verbessert werden; ferner wurde ein Hochdrucktyp geschaffen mit einer bemerkenswert guten Lichtzusammensetzung von goldgelber Lichtfarbe und einer Lichtausbeute von 100 lm/W.

Die Fluoreszenzlampe haben weitere Fortschritte gemacht, und zwar hinsichtlich Lichtausbeuteerhöhung und Lebensdauerverlängerung. Ferner sind neue Typen geschaffen worden, wie z.B. Lampen mit höherer Leistung, mit neuen Lichtfarben, mit besonderer Strahlungszusammensetzung für die Pflanzenaufzucht und mit Zusätzen zur Verwendung bei erhöhten Umgebungstemperaturen.

#### *E – 2.2, Lichttechnische Stoffkennzahlen*

Das Komitee, das die physikalischen und photometrischen Eigenschaften von lichttechnischen Werkstoffen studiert und Methoden für ihre Bewertung festzulegen hat, konnte gestützt auf Rundfragen bei den nationalen Komitees mehrere Dokumente mit Ergebnissen zur Besprechung vorlegen. Diese Unterlagen, die aber z.T. weiter bearbeitet werden müssen, behandeln z.B. die Einflussgrößen auf die Stoffkennzahlen, die Messmethoden für die Ermittlung der spektralen und lichttechnischen Werte, den Vorschlag für ihre lichttechnische Klassifizierung, wobei zwischen Werkstoffen mit feiner und gröberer Struktur unterschieden werden soll.

Dem Komitee wurden Vorschläge für weitere Arbeiten unterbreitet, z. B. Festlegung der lichttechnischen Stoffkennzahlen von Fahrbahnbelägen und Tunnelwänden, das Studium der Veränderung lichttechnischer Werkstoffe durch Klimaeinflüsse usw.

#### *E – 2.3, Photometrische Anforderungen an Leuchten*

Das Komitee unterbreitete den zweiten Entwurf der Empfehlungen für die Lichtmessung von Innenraum-Fluoreszenzleuchten. Die Fragen, welcher von den beiden Beleuchtungswirkungsgraden («operating efficiency» oder «working efficiency») bestimmt und mit welchen Lampen und Vorschaltgeräten die Messungen gemacht werden sollen, wurden eingehend besprochen; das Komitee hat die Entscheidung noch zu treffen.

Um die Genauigkeit von verschiedenen Messmethoden festzustellen, hatte das Komitee eine Vergleichsmessung an zwei Reflektorleuchten veranlasst, wovon eine mit einer Glühlampe von 200 W und die andere mit zwei Fluoreszenzlampe von 40 W bestückt waren. Die Messwerte von 14 Laboratorien in 12 Ländern streuen um  $\pm 5\%$ .

Neue Aufgaben des Komitees sind: Messrichtlinien für Straßenleuchten und für Leuchten mit Entladungslampen hoher Leistung.

#### *E – 3.1.1.1, Vorausberechnung der Beleuchtungsstärke und der Leuchtdichte*

In der Berichterstattung wurde eine Zusammenfassung über die bisher vom Komitee bearbeiteten Kategorien von Berechnungsverfahren gegeben und alsdann das Problem behandelt, welches das Komitee in der letzten Zeit am meisten beschäftigte. Es handelt sich um ein durch einen Bericht von drei Autoren entwickeltes Verfahren zur Berechnung des Direktlichtstromes von Leuchten mit rotationssymmetrischer Lichtverteilung. Dieses Verfahren berücksichtigt die genaue Lage der Leuchten im Raum und soll auch zur Berechnung des direkten Lichtstromes von linienförmigen Leuchten mit nichtrotationssymmetrischer Lichtverteilung anwendbar sein.

In einem weiteren Beitrag von zwei Autoren wurde über ein einfaches Verfahren zur Berechnung der mittleren Beleuchtungsstärke berichtet, bei dem für einige häufig verwendete Leuchten die Rechenarbeit durch sorgfältig ausgearbeitete Tabellen sehr erleichtert wird. Diese Tabellen berücksichtigen die verschiedenen Einflussfaktoren und beziehen sich auf die in der Praxis meist vorkommenden Verhältnisse der Raumabmessungen. Auch sind Tabellen mit Leuchtdichtekoeffizienten enthalten, welche die

mittleren Leuchtdichten von Decken und Wänden aus der mittleren Beleuchtungsstärke auf der Arbeitsebene zu bestimmen gestatten.

In einem dritten Bericht wird die Veränderung der Beleuchtungsstärkeverteilung auf Arbeitsebenen rechnerisch ermittelt, welche auftritt, wenn das Licht von flächenförmigen Leuchten durch den Körper arbeitender Personen abgeschattet wird. Solche Berechnungsmethoden dürften Wege zur mathematischen Erfassung der Beleuchtungsannehmlichkeit eröffnen.

Inzwischen ist bekannt geworden, das Komitee E – 3.1.1.1 sei aufgelöst worden; dafür werde neu E – 1.5 mit der Aufgabe der Grundlagen-Bearbeitung für die Beleuchtungsberechnung gebildet. Die Berechnungsverfahren für die einzelnen Teilgebiete sollen dagegen von den zuständigen E-Komitees bearbeitet werden.

#### *E – 3.1.1.2, Ursachen der unangenehmen Wirkung der Beleuchtung*

#### *E – 3.1.1.3, Ästhetik der Beleuchtung*

Schon seit langen versuchen diese beiden Komitees die Faktoren zu erfassen, welche die angenehmen und unangenehmen Wirkungen der Beleuchtung bestimmen, um die Ergebnisse für die Projektierung auszuwerten und so zu immer besseren Beleuchtungsanlagen zu gelangen.

Die Annehmlichkeit einer Beleuchtung ist von vielen Einflüssen abhängig; mit einer Befragung hat man am Beispiel von Büroräumen versucht, einen gesetzmässigen Zusammenhang zwischen subjektiver Beurteilung und messbaren Größen zu finden, doch hat die Auswertung der 42 Fragebogen aus 14 Ländern ergeben, dass die Beurteilung einer Anlage nicht nur von messbaren Größen, sondern ebenso sehr von anderen, kaum oder nicht messbaren Einflussfaktoren abhängt, wie Form und Anordnung der Leuchten, Material und Farbe der verschiedenen Oberflächen, Raumschmuck, Möblierung und vielen anderen.

Bewertungsmethoden, die, neben der Fixierung der physiologischen Anforderungen an einen Arbeitsplatz, auch eine gut abgewogene Gestaltung des Gesichtsfeldes bezüglich Reflexion, Leuchtdichte und Farbe ermöglichen, dürften vielleicht einen gewissen Erfolg haben, doch sind noch viele Erhebungen nötig, bis eine solche Methode für die Projektierung von Anlagen verwendbar sein wird.

Die Unbehaglichkeits- oder psychologische Blendung ist dagegen objektiv wesentlich besser erfassbar und die Zusammenhänge der beeinflussenden Faktoren sind für manche Leuchten durch viele Untersuchungen gesichert. In der bekannten Gleichung für die Blendungszahl  $g$

$$g = \frac{L_L^a \omega^b}{L_U^c P^d}$$

worin:

$L_L$  Leuchtdichte der Leuchte;  
 $\omega$  Größe der Leuchte;  
 $L_U$  Umgebungsleuchtdichte;  
 $P$  Positionsindex.

sind die Exponenten noch nicht eindeutig festgelegt, was z.T. damit zusammenhängt, dass sich bei den verschiedenen Untersuchungen die einzelnen Größen nicht über die gleichen Bereiche erstrecken. Noch mehr Unsicherheit besteht bei der Berechnung der Blendungszahl für mehrere Blendquellen oder für Anlagen mit sehr grossen oder sehr verschiedenartigen Leuchten.

Die Beziehung zwischen Blendungszahl und subjektivem Eindruck wird mit der «Visual Comfort Probability» hergestellt, welche angibt, wieviel Prozent aller Beobachter eine Anlage als behaglich empfinden.

Blendungsbewertungsmethoden sind bisher nur in den Beleuchtungsempfehlungen von England, Australien und den USA enthalten. Das Komitee wird bald einen Bericht über die verschiedenen Blendungsformeln mit den experimentellen und den gegenseitigen Unterschieden publizieren. Auch möchte es die komplizierten Methoden auf eine für die Praxis geeignete, vereinfachte Form von genügender Sicherheit umarbeiten.

#### *E – 3.1.2, Praxis der Innenraumbeleuchtung*

Das Komitee führte mit Fragebogen eine Erhebung bei den Mitgliedstaaten über die Beleuchtungsentwicklung u.a. auf folgenden Gebieten durch: Industrie, Büroräume, Schulen, Hotels

und Heime, Verkaufsäume und Spitäler. Das Ergebnis der Umfrage wird im Sitzungsbericht der 16. Hauptversammlung publiziert; folgendes lässt sich zusammenfassend feststellen:

- a) Die Beleuchtungsstärken haben in allen Ländern steigende Tendenz;
- b) Den Qualitätsanforderungen wird nicht genügend Beachtung geschenkt;
- c) Die Beleuchtungsempfehlungen variieren stark von Land zu Land;
- d) Die empfohlenen Beleuchtungsniveaus sind in den USA wesentlich höher als in den übrigen Ländern.

Bei den einzelnen Anwendungen sind nachstehende Punkte besonders bemerkenswert:

**Industriebeleuchtung:** Vorzugsweise sind Fluoreszenzlampen der Lichtfarbe «coolwhite» in Gebrauch, doch werden Quecksilber-Hochdrucklampen mit Leuchtstoff auch sehr häufig verwendet. Die Beleuchtungsstärke erreicht in neuen Anlagen bereits Werte von 1000...2000 lx. In den Empfehlungen sind Forderungen über das Verhältnis von  $E_{\min} : E_{\max}$  ziemlich selten.

**Bürobeleuchtung:** Die meist verwendeten Lichtquellen sind Fluoreszenzlampen der Lichtfarbe «coolwhite», wesentlich weniger solche von «warmweisser» Lichtfarbe. Leuchten und Rasterabschluss stehen am häufigsten in Anwendung, oft auch solche mit Kunstglasabschluss, dessen Oberfläche eine Pyramidenstruktur aufweist; glatte Wannen werden kaum noch empfohlen. Beleuchtungsstärken variieren zwischen 300...1000 lx; in Zeichenbüros bis 1500 lx mit Werten bis 3000 lx in den USA. Seit längerer Zeit ist die Forderung von 1000 lx als Minimalwert üblich.

Zunehmend werden die Leuchten mit der Decke kombiniert und mit den Einrichtungen für die Klimaanlagen verbunden. Zusatzbeleuchtungen am Tage für Räume grosser Tiefe [PSALI<sup>1)</sup>] finden auch Anwendung; Anlagen «Heat with Light» stehen in den USA am Anfang ihrer Einführung.

**Beleuchtung in Schulen:** Die Beleuchtungsstärken sind 200...700 lx für Räume des allgemeinen Unterrichtes und 300...1500 lx für Zeichenräume. Ein Verhältnis von  $E_{\min} : E_{\max} > 0,7$  im Arbeitsbereich wird empfohlen. Fluoreszenzlampen werden immer mehr benutzt; deren Anordnung parallel zur Blickrichtung wird bevorzugt.

**Hotel- und Heimbeleuchtung:** Nur wenige Länder haben die Fragen beantwortet. Die mittleren Beleuchtungsstärken sind im allgemeinen noch bescheiden; die Verwendung mehrerer lokalisierter Leuchten mit örtlich hohen Beleuchtungsstärken ist üblich und stark verbreitet.

Die Glühlampe ist die meist benutzte Lichtquelle; immerhin kommen in manchen Ländern, und vor allem in Hotels, immer häufiger Fluoreszenzlampen zur Anwendung, besonders in Küchen, Bädern und Korridoren.

**Beleuchtung von Verkaufsäumen:** Die Beleuchtungsstärken variieren in den einzelnen Ländern für dieses Anwendungsgebiet viel stärker als für andere Gebiete. Für Verkaufstische werden Werte von 400...5000 lx und für Schaufenster solche von 1000...10 000 lx gemeldet. Fluoreszenzlampen der Lichtfarbe «weiss» in Standard- oder de luxe-Ausführung sind üblich, meist in Kombination mit Reflektorlampen, die zur besonderen Beleuchtung der Waren dienen.

**Spitalbeleuchtung:** Die Tendenz zur vermehrten Verwendung von Fluoreszenzlampen für Allgemein- und Lesebeleuchtung ist überall festzustellen.

Das Gebiet der Innenbeleuchtung war bisher einem Sekretariats-Komitee anvertraut; jetzt betreut ein Experten-Komitee diese Arbeit, und zwar mit zwei zusätzlichen Studiengruppen:

- A: Für psychologische Beleuchtungsprobleme, und
- B: Für Analyse von Beleuchtungsanlagen.

Es sind Bestrebungen im Gange, für Teilgebiete wie z.B. die Industriebeleuchtung, internationale Empfehlungen herauszugeben.

#### *E - 3.1.9.2, Licht für Bühne und Studio*

Für die Beleuchtung von Filmstudios, Theaterbühnen und Fernsehstudios gibt es bei den Lampen und Leuchten einige Neuerungen, die sich z. T. schon bewährt haben. So haben sich die Halogenlamphen in der Bühnenbeleuchtung gut eingeführt;

<sup>1)</sup> PSALI = permanent supplementary artificial lighting in interiors.

auch sind Scheinwerfer für Metallhalogenlampen und für Xenonlampen entwickelt worden.

Für das Farbfernsehen hat Deutschland als Norm eine Farbtemperatur der Lichtquellen von  $3100 \pm 100 \text{ }^{\circ}\text{K}$  festgelegt. Für Farbfernseh-Aufnahmen sind dreifache Beleuchtungsstärken wie für Schwarzweiss-Aufnahmen nötig.

Bei der Farbphotographie ist die richtige Abstimmung der Farbtemperatur von Lichtquelle und Filmmaterial wichtig; die Xenonlampe mit ihrem kontinuierlichen Spektrum bietet Vorteile.

Die Aufhänge- und Manipuliervorrichtungen der Leuchten sind ziemlich bedeutungsvoll, denn die investierten Kapitalien in den Studios sind beträchtlich, und deshalb sollten die Einstellungszeiten möglichst kurz sein.

Die Spezialisten der Bühnenbeleuchtung beklagen sich über den noch ungenügenden internationalen Gedanken- und Erfahrungsaustausch auf ihrem Gebiet.

#### *E - 3.2, Tageslicht*

In dem im Jahr 1964 erschienenen klimatologischen Bericht sind die Ergebnisse von Messungen des Himmels und der Sonne als Strahlungs- und Lichtquellen enthalten. Strahlungsmessungen des Tageslichtes werden regelmässig gemacht, seltener sind direkte Lichtmessungen, welche sich zudem auf die Bestimmung der Horizontalbeleuchtungsstärke vom gesamten Himmel beschränken. Aus letzter Zeit liegen Untersuchungen über die spektrale Zusammensetzung des Tageslichtes und die Leuchtdichte des Himmels vor.

Das Komitee hat einen Bericht über die LeuchtdichteVerteilung des klaren Himmels fertiggestellt. Der Vorschlag des Komitees E - 1.3.1 (Farbmessung), die Lichtfarbe D mit  $6500 \text{ }^{\circ}\text{K}$  festzulegen wird befürwortet; damit wäre ein Normal für Tageslicht geschaffen.

Der Entwurf «Technische Empfehlungen zur Berechnung des Tageslichtes» bei bedecktem Himmel liegt vor. Diese ermöglichen einfach und schnell die Tageslichtverhältnisse in Räumen mit seitlichen Fenstern und verschiedenen Arten von Oberlichtern zu berechnen. Die Arbeiten an einer einfachen Berechnungsmethode für den klaren Himmel sind aufgenommen worden; sie bedürfen noch der Klärung mehrerer Fragen und weiterer Untersuchungen z.B. der Transmissionseigenschaften von Verglasungen.

Das Zusammenwirken von Tageslicht und dauernd zusätzlicher künstlicher Beleuchtung, das sog. PSALI, ist an mehreren ausgeführten Anlagen studiert worden. Es wird in Räumen grosser Tiefe angewandt, wodurch ihre bessere Ausnutzung ermöglicht wird, aber auch in Räumen geringer Tiefe ist es zweckdienlich, um die Blendung durch den sichtbaren Himmel zu verringern.

Die wichtigsten Probleme, mit denen sich das Komitee weiterhin zu befassen hat, sind u.a.:

- a) Beschaffung von Daten über den Himmel und die Sonne als Strahlungs- und Lichtquelle und Normung dieser Daten für den Gebrauch bei Beleuchtungsberechnungen;
- b) Erarbeitung einfacher Methoden für die Vorausbestimmung der Beleuchtungsverhältnisse in Räumen;
- c) Bestimmung von Reflexions- und Transmissionswerten von Baumaterialien; Einfluss von Alterung und Verschmutzung;
- d) Sammlung von Erfahrungen über dauernde künstliche Zusatzbeleuchtung (PSALI);
- e) Studien über die Notwendigkeit des rhythmischen Ablaufes des Tageslichtes auf das Wohlbefinden des Menschen (z. B. in fensterlosen Räumen);
- f) Studium thermischer Probleme, die durch die Tageslichtbeleuchtung von Räumen auftreten.

#### *E - 3.3.1, Öffentliche Beleuchtung*

Von den internationalen Empfehlungen für die öffentliche Beleuchtung vom Jahre 1965 (Publikation Nr. 12 der IBK) sind 1000 Exemplare abgesetzt worden; eine Neuauflage ist vorgesehen.

Das Hauptmerkmal dieser Empfehlungen ist die mittlere Leuchtdichte auf der Strasse ( $0,5...2 \text{ cd/m}^2$ ). Eine Bewertung ihrer Gleichmässigkeit ist nicht enthalten und als Kriterien für die Blendungsbeschränkung dienen Angaben über maximal zulässige Lichtstärken der Leuchten für die Ausstrahlungswinkel von  $90^{\circ}$  und  $80^{\circ}$ .

Das Komitee beschäftigte sich mit den im Entwurf vorliegenden Empfehlungen für die Beleuchtung von Autobahnen und

für die Klassifizierung von Fahrbahnbelägen. Auch wurden erste Vorschläge hinsichtlich zweckmässiger Lichtverteilungen von Strassenleuchten bearbeitet. Die Tendenz zu grösseren Lichtpunkt-höhen und zur Verwendung von Leuchten mit stärkerer seitlicher Lichtabschirmung («semi cut off»- und «cut off»-Lichtverteilungen) sowie allgemein zu grösserem Lichtaufwand ist feststellbar.

Von den Beiträgen, die vorgelegt wurden, ist der Vorschlag von zwei niederländischen Autoren für die Praxis besonders wertvoll. Er beschreibt die Messung von zwei charakteristischen Kennwerten des Strassenbelages, nämlich des Leuchtdichte-faktors und des Spiegelfaktors, und wie einfach mit diesen Kennwerten und den sonst notwendigen Berechnungsgrundlagen die mittlere Leuchtdichte einer Strasse berechnet werden kann.

#### *E – 3.3.5, Licht am Kraftfahrzeug*

Das Komitee arbeitet eng mit der «Groupe de Travail de Bruxelles» (GTB), einer ständigen gemeinsamen Kommission der IBK und der ISO (International Organisation for Standardization). Was von diesen beiden Stellen an Empfehlungen herausgebracht wird, geht an die Arbeitsgruppe «Construction des véhicules» der CEE (Commission Economique pour l'Europe) in Genf, die sich bemüht, den Empfehlungen Eingang in die nationalen Gesetze und Vorschriften zu verschaffen.

Von den Aufgaben, welche das Komitee und der GTB gegenwärtig bearbeiten, sind folgende besonders wichtig:

- Ausarbeitung eines «Code de bonne pratique» für die Kontrolle und Justierung von Autoscheinwerfern;
- Vervollständigung von Justierungsvorschriften für Nebelscheinwerfer;
- Studium des Einflusses der Leuchtdichte eines Signals auf seine Wahrnehmbarkeit (bisher wurde nur die Lichtstärke der Signale gemessen);
- Signale mit zwei verschiedenen Lichtstärken für Tag und Nacht.

Zur Frage, ob auf gut beleuchteten Strassen mit Standlichtern oder mit Abblendlichtern gefahren werden soll, nimmt das Komitee eine abwartende Stellung ein.

Vom SBK wurde dem Komitee die Anregung unterbreitet, es solle sich mit dem Problem der Vereinheitlichung der Bedienungsorgane für die Fahrzeuglichter befassen.

#### *S – 3.3.6, Aussenbeleuchtung (ausgenommen Strassenbeleuchtung)*

Das Gebiet der Aussenbeleuchtung ist enorm weitschichtig. Neben Leuchtschriften mit Entladungslampen verschiedener Farbe und Leistung mit fast unbegrenzten Schaltmöglichkeiten für Werbe- und dekorative Zwecke gehören in dieses Gebiet: Flutlichtanlagen für Kirchen, Schlösser, Monamente usw. ferner für Geschäfts- und Warenhäuser (Fig. 1), für Reklametafeln und für Verwaltungs- und Regierungsgebäude. Auch ist die Beleuchtung von Geleise- und Hafenanlagen, Fabrikgeländen, Lager- und Bauplätzen sowie von Park- und Flugplätzen hinzuzurechnen. Schliesslich gehören die vielen Arten von Sportanlagen dazu.

Der mit instruktiven Bildern versehene Bericht des Komitees zeigt, dass die neuen Lichtquellen (siehe S – 2.1.1) in die Aussenbeleuchtungsanlagen raschen Eingang gefunden haben, und zwar nicht nur wegen der erhöhten Lichtausbeute und längeren mittleren Lebensdauer, sondern auch wegen den kleinen Leuchtkörper- und Lampenabmessungen und der damit verbundenen, ver-

besserten optischen Eigenschaften der Lichtquellen. Neuartige Flutlichtleuchten und Scheinwerfer wurden dafür entwickelt. Auch kamen Pressglaslampen verschiedener Leistung vermehrt zur Anwendung.

Eine grosse Bedeutung in der Berichterstattung wird der Beleuchtung von Sportanlagen eingeräumt, weil die Sportbetätigung bei Dunkelheit überall zunimmt. Vor allem dominieren die Fussballstadien, welche Beleuchtungsstärken von 650...1800 lx aufweisen, und zwar nicht nur wegen der Grösse der Sportanlagen, sondern auch wegen den wesentlich erhöhten Anforderungen für Farbfilmaufnahmen und Farbfernsehübertragungen. Hiezu eignen sich die Halogenglühlampen mit der günstigen Farbtemperatur besonders gut.

In Anbetracht dessen, dass z.Z. einige Leitsätze der SBK für die Beleuchtung von Sportanlagen in Revision sind, können die anderswo gemachten Erfahrungen sehr nützlich verwertet werden.

#### *E – 3.3.7, Grundlagen für Verkehrssignale*

Die Arbeiten wurden weitergeführt und Empfehlungen für die Kennzeichnung der lichttechnischen Werte von Lichtsignalen sowie für die Bestimmung ihrer Tragweite erlassen. Richtlinien für Blinksigale blieben zurückgestellt bis Ergebnisse neuer Untersuchungen vorliegen.

Ein Bericht über «Phantom-Erscheinungen» an Lichtsignalen befasste sich mit der Beobachtung, dass Verkehrssignale durch einfallendes Sonnenlicht leuchten, ohne dass die eingebaute Lampe brennt, wodurch eine falsche Anzeige entsteht. Die Massnahmen zur Verhütung solcher Erscheinungen werden dargelegt.

Das Komitee wurde aufgehoben, seine Aufgaben aber dem Komitee E – 1.3.3 (Grundlagen der Lichtsignale) überbunden.

#### *E – 4.1.1.1, Lichttechnischer Unterricht*

Das Komitee, dessen Leitung die Schweiz inne hat, befasst sich vor allem mit zwei Aufgaben:

- Fortsetzung in der Beschaffung von Lichtbildern für den lichttechnischen Unterricht in technischen Schulen aller Stufen.

Seit 1963 ist die erste Serie von 50 Diapositiven im Verkauf; die zweite Serie von ebenfalls 50 Dias wurde genehmigt und wird bald erhältlich sein. Die dritte Serie konnte vorgelegt und besprochen werden, sie soll bis 1971 vorliegen. Für die vierte und wahrscheinlich letzte Serie sollen bis dahin die Entwürfe vorbereitet werden.

- Schaffung von Lehrmaterial für den lichttechnischen Unterricht an Hochschulen für Architekten.

Die Befragung von Hochschulen mit Architekturabteilung in 22 Ländern über den Stand ihres Unterrichts in Beleuchtungstechnik hat ergeben, dass dafür zwischen 0 und 40 Stunden (Mittel etwa 20 Stunden) aufgewendet werden, dass aber eine lichttechnische Ausbildung als wichtig angesehen wird.

Als Unterrichtsmittel für die Schüler wurde ein Leitfaden «Grundlagen der Beleuchtung für Architekten» in Angriff genommen. Entwürfe von 30 Unterrichtsblättern konnten dem Komitee vorgelegt werden; als erste Stufe werden nun 60 Blätter als Material für 10...25 Unterrichtsstunden fertiggestellt. Eine spätere Ergänzung auf etwa 150 Blätter für einen voll ausgebauten Kurs bis zu 60 Stunden ist vorgesehen.

Auf nationaler Ebene sind Bemühungen zur Verbreitung lichttechnischer Grundlagen im Gang; auch bei der Ausbildung von Ingenieuren und Architekten wird der Beleuchtungstechnik vermehrt Beachtung geschenkt.

#### *S – 4.2, Lichttechnisches Vorschriftenwesen*

Der Bericht orientiert darüber, in welchen Ländern die Beleuchtungsempfehlungen mehr oder weniger gesetzliche Verbindlichkeit besitzen und wo neue Empfehlungen erschienen sind. Ferner werden die empfohlenen Beleuchtungsstärken von einigen Ländern miteinander verglichen sowie Neuerungen und Tendenzen aufgeführt, welche neuerdings bei Aufstellung von Empfehlungen berücksichtigt werden.

In der Verbindlichkeit sind drei Stufen festzustellen: Blosse Empfehlungen durch lichttechnische Gesellschaften, Sanktionierung durch nationale Normen-Organisationen und gesetzliche Vorschrift. Die zweite Stufe kommt häufig vor, die dritte nur ausnahmsweise für besondere Anwendungen. Einzig die UdSSR besitzen umfassende Vorschriften für die Beleuchtung.



Fig. 1

Bürogebäude im Licht moderner Natrium-Hochdrucklampen von 400 W



Fig. 2  
Beleuchtung eines Computerraumes mit Fluoreszenzlicht

Die europäischen Beleuchtungsstärkewerte unterscheiden sich im allgemeinen nicht sehr stark voneinander; diejenigen in den USA liegen etwa um das 1,5...2fache höher als die europäischen.

In den USA wird zur Ermittlung der erforderlichen Beleuchtungsstärken für einzelne Sehauflagen der Visual Task Evaluator von *Blackwell* benutzt.

Die Verfahren zur numerischen Blendungsbewertung sind ziemlich kompliziert, weshalb sie in Empfehlungen noch wenig anzutreffen sind. Bestrebungen zur Vereinfachung sind im Gange z.B. in Deutschland. In England ist man z.Z. daran zu klären, ob in Zukunft in den Empfehlungen für die Innenbeleuchtung nicht mehr die Beleuchtungsstärke, sondern die Leuchtdichte aufzuführen ist.

#### 4. Studienreisen und Lichtschau

Über die interessanten Beleuchtungsexkursionen und die unerhaltende Lichtschau wurde an der SBK-Tagung in Zürich mit vielen farbigen Lichtbildern eindrücklich berichtet. Nachstehend kann aber nur ein kurzer Abriss über diese Veranstaltungen mit den auffälligsten Besonderheiten oder den markantesten Abweichungen gegenüber den schweizerischen Anlagen gegeben werden.

##### Exkursion über Innenbeleuchtung <sup>2)</sup>

Die Besichtigungstour begann in Cleveland, führte nach Chicago, dann nach New York, Philadelphia und Washington. Die wichtigsten Eindrücke der Exkursion lassen sich etwa wie folgt zusammenfassen:

Die weitaus am häufigsten verwendete Lichtquelle ist die Fluoreszenzlampe von 40 W. Als Blendungsschutz an Leuchten dienen am meisten Abschlussraster. Bei geschlossenen Leuchten sind glatte Wannen selten; vorwiegend werden Abdeckungen mit Pyramidstruktur benutzt. In Eingängen und Hallen grosser Gebäude sowie in repräsentativen Räumen werden oft Reflektorglüh-

<sup>2)</sup> Nach dem Bericht von R. Amstein, Zürich.



Fig. 3  
Stanzerei in einer Industriehalle, beleuchtet mit Quecksilber-Halogenlampen

lampen angewendet. In neuen Anlagen ist das Beleuchtungsniveau im allgemeinen höher als in Europa. Solche überwiegen aber keineswegs; die vielen älteren Anlagen entsprechen den heutigen USA-Beleuchtungsempfehlungen nicht und muten europäisch an. Die Einrichtung neuer Anlagen mit hohem Beleuchtungsniveau wird durch die überaus niedrigen Energietarife für Grossverbraucher begünstigt. Preise von 1,2...1,5 Cents/kWh sind üblich, was bei Berücksichtigung der Kaufkraft vom Dollar zum Schweizer Franken ungefähr 3...4 Rp./kWh entspricht. Unter solchen Voraussetzungen ist es begreiflich, dass die neueste Beleuchtungsvariante «Heat with Light» für Grossanlagen und Beleuchtungsstärken von weit über 1000 lx immer mehr Eingang findet. Bei dieser Art von Beleuchtung wird die von den Lichtquellen und Vorschaltgeräten abgegebene Wärme zur Beheizung der Räume ausgenutzt.

Einige typische Beleuchtungsanlagen seien nachstehend kurz beschrieben:

**Computerraum** (Fig. 2) von ca. 15×30 m Grundfläche mit einer Decke, bestehend aus Rasterfeldern und metallisierten Teilen, welche das Licht der darüber befindlichen Fluoreszenzlampen von 40 W senkrecht nach unten lenken, so dass die Leuchtdichte der Leuchten gering ist. Die mittlere Beleuchtungsstärke beträgt etwa 1000 lx auf der Arbeitsfläche.

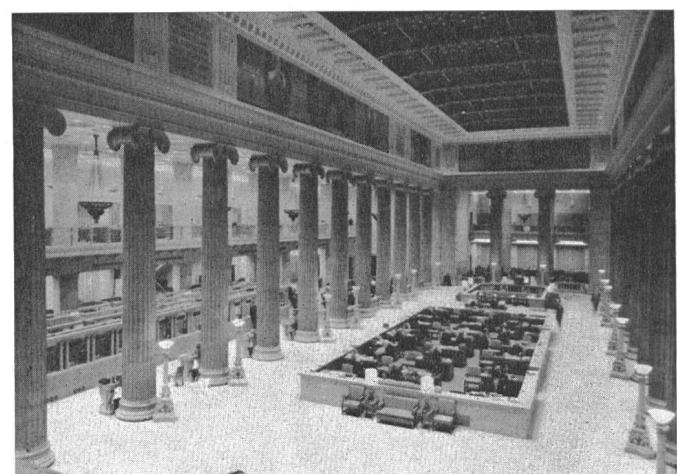


Fig. 4  
Schalterhalle einer Bank mit modernisierter Beleuchtungsanlage

**Stanzerei** in einer Industriehalle (Fig. 3) mit Quecksilber-Halogenlampen, die eine schattenarme Beleuchtung von mehr als 1100 lx erzeugt. Die Reflektoren sind so konstruiert, dass ein Teil des Lichtstromes gegen die Decke ausgestrahlt wird, was die starke Streuung des Lichtes und einen angenehmen Raumeindruck bewirkt.

**Schalterhalle** in der Continental Illinois Bank and Trust in Chicago (Fig. 4), welche 1922/23 erbaut wurde. Die Aufgabe lautete, im alten Bau eine neuzeitliche Beleuchtungsanlage ohne Beeinträchtigung der Architektur zu erstellen. Es wurden auf das umlaufende Gesims in etwa 10,5 m über dem Boden der Mittelhalle 224 Halogenglühlampen von 500 W in rinnenförmigen Reflektoren montiert. Im Oberlicht wurden zudem 132 engstrahlende Reflektoren mit Röhrenlampen von 500 W eingebaut und mit ringförmigen schwarzen Blenden abgeschirmt, um so den direkten Einblick in die Lampen zu verhindern. Die mit allen Lampen erzeugte mittlere Beleuchtungsstärke auf der Arbeitsfläche beträgt etwa 700 lx.

**Bildanleuchtung** (Fig. 5) mit engstrahlender Niederspannungs-Reflektorlampe, 5,5 V, 25 W. Das Gehäuse mit der Lampe wird etwa 5,5 m vom Gemälde so angebracht, dass der Beschauer bei normaler Betrachtung nicht in die Lichtquelle blicken kann. Die Umgebung wird dunkel gehalten, und das leuchtende Gemälde kommt wirkungsvoll zur Geltung.

##### Exkursion über Außenbeleuchtung <sup>3)</sup>

Es reisten vor der Tagung etwa 30 Beleuchtungsfachleute aus 14 Ländern eine Woche durch den östlichen Teil der USA und

<sup>3)</sup> Nach dem Bericht von W. Stein, Zürich.

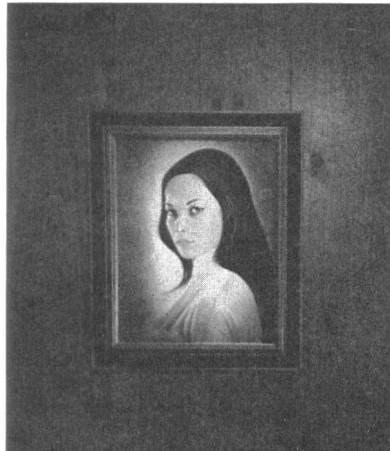


Fig. 5  
Gemälde im Lichtbündel einer engstrahlenden Reflektor-Glühlampe

besichtigten von Cleveland ausgehend Anlagen in Detroit, Columbus, Cincinnati, Hendersonville und Washington. Nach dem Kongress bereiste eine kleinere Gruppe aus der Schweiz im Westen des Landes noch Los Angeles und San Francisco und beendigte die Tour in New York.

*Strassen, Signale, Autos.* Viele Strassen sind ähnlich derjenigen in der Schweiz, auch hinsichtlich der Frequenz, aber ohne Radfahrer. Die Autobahnen über Land weisen sehr breite Mittelstreifen auf; überwältigend sind Express-Strassen-Konzentrationen (Fig. 6) in den grossen Städten mit bis  $2 \times 5$  Fahrspuren und sehr dichten Ein- und Ausfahrten.

Der Belag der Strassen ist oft tiefschwarz, was die Sehbedingungen sehr verschlechtert. Die Strassensignale sind teils veraltet und ungepflegt. Die vielen Verkehrsregelungsanlagen, meist im einfachen Zwei-Phasen-Betrieb, selten in Grün-Welle-Koordination, haben ihre Ampeln oft an Seilüberspannungen über den Fahrbahnen aufgehängt.

In Detroit besteht auf der 4 km langen «Free Way» Express-Strasse mit 20 Zu- und Ausfahrten eine Verkehrs-Kontrolleinrichtung mit 14 Fernsehkameras, unzähligen Detektoren und Fahrbahnsignalen. Die Frequenz beträgt bis 6000 Fahrzeuge pro Stunde in jeder Richtung.

Auffallend ist, dass die Abblendlichter der Autos viel höher eingestellt sind als in der Schweiz und durchwegs blenden.

*Strassenleuchten.* Zwei Leuchtenhersteller beherrschen mit nur wenigen Modellen den immensen Leuchtenbedarf des Landes. Die industriell gefertigten Leuchten bestehen meist aus Leichtmetallguss mit Prismendeckschalen aus Glas, einem Photozellen-Einsatz und oft mit barocken Armen zur Befestigung an Kandelabern. Diese «not cut off»-Leuchten mit seitlich recht hohen Leuchtdichtewerten bewirken für unser Empfinden störende Blending.

Die Leuchten sind üblicherweise über individuellen Photozellschaltern an das Netz angeschlossen; die Schaltgenauigkeit der verschiedenen Lampen ist bemerkenswert gut. Sparschaltungen sind nicht möglich, und bei den geringen Energiepreisen auch nicht nötig. Die Quecksilber-Kolbenlampe mit Leuchtstoff herrscht vor. Anlagen mit Fluoreszenzlampen sind schwach vertreten, solche mit Glühlampen selten und Anlagen mit Natrium-Niederdrucklampen kommen praktisch nicht vor. Neu sind mehrere, auch grosse Versuchs-Installationen mit Natrium-Hochdrucklampen von 400 W, hoher Lichtausbeute und goldgelber Lichtfarbe.

*Stadtstrassen-Beleuchtung.* Das Strassenbild wird von Lichtreklame-Anlagen beherrscht, an Cityballungen mit oft fast verwirrenden Schalteffekten, die sich zu überbieten trachten und deshalb die Werbewirkung gegenseitig herabmindern. Das Aussehen der Anlagen bei Tag ist wegen der auffälligen Befestigungs-Konstruktionen ästhetisch unbefriedigend. Schaufenster und Läden bersten vor Lichtfülle, oft sind nackte Röhren dicht beieinander und mit wenig Geschmack angeordnet.

Für die Strassenbeleuchtung dienen noch immer Gusskandelaber, in deren ehemaligen Gasleuchten sich unabgeschirmte Quecksilberlampen von 1000 W befinden, die aber wegen des

hohen Beleuchtungsniveaus kaum blenden. Leuchten an Seilüberspannungen sind sehr selten.

Gegen die Entwertung der City durch Shopping Centers ausserhalb werden z.B. in Los Angeles «taghelle Geschäftsstrassen» mit Beleuchtungsstärken von einigen 100 lx eingerichtet und das «Strassenklima» durch starke Gebäude-Anleuchtungen gehoben. Die Geschäfte beteiligen sich an solchen super-öffentlichen Beleuchtungen. In den Hauptstrassen der Vorstädte befinden sich die «not cut off»-Leuchten an Kandelabern in etwa 10 m Höhe und eher mehr als 30 m Abstand. Auch in diesen Vorstädten bilden sich City-Konzentrationen mit gehäuften Reklameleuchtschriften und -Figuren sowie mit sehr stark beleuchteten Tankstellen (1000 lx). Neben- und Quartierstrassen sind ähnlich wie in europäischen Grossstädten sehr knapp und manchmal ganz



Fig. 6  
Express-Strassen mit Kreuzungen und Anschlussbauwerken in den USA

schlecht beleuchtet; die Sorge um die Kriminalität im Dunkeln ist verständlich.

*Schnellstrassen-Beleuchtung.* Auf Überlandstrassen sind ortsfeste Beleuchtungsanlagen selten. Auch die Vierspurstrassen im Stadtinnern sind nicht immer beleuchtet; wenn ja, ist die Lichtpunktthöhe höchstens 10 m, weshalb die Lampen oft blenden. Tunnels in den Städten sind gekachelt und auf der ganzen Strecke sehr hell (über 100 lx). Adaptationsprobleme entfallen, da sich die Einfahrten oft im Schatten von Häusern befinden, die Geschwindigkeit begrenzt ist und am Tunneleingang ein Halt zur Bezahlung der Durchfahrtsgebühr erfolgen muss. Die grossen Brücken haben eine meist dekorativ wirkende Beleuchtung, Hängebrücken zudem eine durch die Konstruktion bedingte gute optische Führung.

Das wohl eindrücklichste Lichterlebnis bot immer wieder die untergehende Sonne, im Spiel mit den Wolken oder als Feuerball in den Häuserschluchten New Yorks.

#### Die Lichtschau «Lighting in America»<sup>4)</sup>

An einem Abend während der Vollversammlung in Washington führten die Gastgeber eine Lichtschau vor, an der die Vielfalt der Lichtanwendungen gezeigt wurde. Die Teilnehmer an der SBK-Tagung in Zürich konnten nun ebenfalls Zeuge der unterhaltenden Lichtschau sein, da die Diapositive und einige Demonstrationen aus Washington zur Verfügung standen. Mit 150 Diapositive, von denen jeweils bis drei Bilder gleichzeitig projiziert wurden, mit Licht- und Farbvorführungen und Präsentation neuer Lichtquellen, mit Musik- und Geräuschunterhaltung und schliesslich mit einem verbindenden Text wurde recht eindrücklich dargestellt, wie der Amerikaner das künstliche Licht anwendet und welche grosse Rolle es bei seiner Arbeit, in der Familie, im Verkehr, bei Spiel und Sport und zu seiner Erholung spielt; mit einem Wort, wie der aufgeschlossene Amerikaner mit dem Licht lebt.

J. Guanter, Zürich

<sup>4)</sup> Nach dem Bericht von W. Riemenschneider, Buchs (ZH).