

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 55 (1964)
Heft: 14

Rubrik: Mitteilungen SEV

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 23.02.2026

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

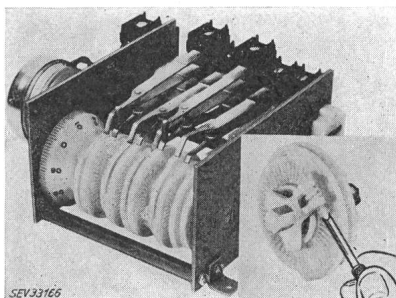
Technische Neuerungen — Nouveautés techniques

Ohne Verantwortung der Redaktion — Sans responsabilité de la rédaction

Zeit-Programm-Steuergerät

Mitgeteilt von der Omny Ray AG, Zürich

Das Zeit-Programm-Steuergerät ermöglicht ein genaueres Einstellen und Regulieren der Nocken und vergrössert damit die Zuverlässigkeit, die Programmierungs- und Sparmöglichkeiten. Das Verstellen mittels einer Schraube erlaubt eine genaue Einstellung der Nocken, welche die Reihenfolge und die Dauer der Schaltungen steuern. Dadurch wird auch ein schnelles Einstellen für ein neues Programm ermöglicht.



Der neue ATC-Nockentimer 2300 hat eine schnelle Ein- und Abschaltreihenfolge und ist mit ersetzbaren Schaltern mit Aufsteck-Laschen-Verbindungen ausgerüstet. Der Standard-Timer 2300 schaltet 1...12 untereinander zusammenhängende, elektrisch aufeinanderfolgende Vorgänge mit einer Repetiergenauigkeit von $\frac{1}{10}$ und einer Einstellgenauigkeit von $\frac{1}{4}\%$. Die Schaltfedern sind aus vernickelter Phosphor-Bronze von hoher Zugfestigkeit und mit Feinsilber-Kontakten versehen. Dieses Zeit-Programm-Steuergerät ermöglicht einen langen, störungsfreien Betrieb. Die Speisespannung kann 115 oder 230 V bei 50 bzw. 60 Hz betragen.

Thyriregler

Mitgeteilt von der Transistor AG, Zürich

Die Firma hat eine Zündeinheit für Thyristoren entwickelt, welche eine zuverlässige Leistungsregelung gewährleistet. Der Thyriregler TR 641 findet zur Steuerung von Thyristoren (steuer-

bare Siliziumzellen) bis zu 100 A Verwendung. Der Zündwinkel kann mit Hilfe einer Phasenverschiebung praktisch von $0...180^\circ$ variiert werden, wobei die Zündung durch Impulse geschieht. Die Impulssteuerung ergibt ein einwandfreies Zünden, unabhängig von der Exemplarstreuung der Thyristoren, unabhängig von der Temperatur und unabhängig von Netzschwankungen.

Die Impulse haben eine Dauer von ca. 500 μ s, was ein Mehrfaches der üblichen Einschaltzeiten für Thyristoren beträgt.

Die Steuerung des Thyriregler Typ TR 641 geschieht mit Hilfe eines Potentiometers. Auf einfachste Art lassen sich Hell-Dunkel Lichtsteuerungen, Motorsteuerungen, Heizungsregulierungen, Netzgeräte, Schalteinheiten etc. herstellen. Die Leistungssteuerung erfolgt praktisch verlustlos.

«Elektronische Ohren» überwachen Fluglärm

Mitgeteilt von Rohde und Schwarz, München

Die Lärmbelastung der Bevölkerung durch Flugzeuge, die ohne zwingenden Grund vom Kurs abweichen oder zu niedrig fliegen, ist vermeidbar. Aus dieser Tatsache zog die Flughafen-Frankfurt/Main-AG die Konsequenz und erteilte Rhode & Schwarz den Auftrag, für den stark frequentierten Rhein-Main-Flughafen eine akustisch-elektronische Fluglärm-Überwachungsanlage zu errichten. Mit Hilfe dieser Einrichtung wird die Flughafenverwaltung in der Lage sein, «Verkehrssünder» unter den Flugzeugen zu identifizieren.

Das Projekt sieht akustische Meßstellen — elektronische Ohren — an Schwerpunkten der Lärmbelastung im Bereich der Flugschneisen vor. Die Werte der dort gemessenen Lautstärken werden über normale Fernsprechleitungen in eine Überwachungszentrale übertragen, die sich in einem Flughafengebäude befindet. Verschiedenfarbige Signallampen zeigen dort für jede Meßstelle auf einem Kontrollfeld den Fluglärm nach «Belastungsklassen» an, wie z. B. «Richtwert nicht erreicht», «Richtwert erreicht» oder «Richtwert überschritten». Ein Digitaldrucker dokumentiert die Flugnummern und die Messergebnisse mit Zeitangabe. Aus dem bekannten Zeitpunkt einer Pegelüberschreitung und den Start- oder Landezeiten kann das Überwachungspersonal jedes Flugzeug identifizieren, das eine unnötige Lärmbelastung verursacht hat.

Mitteilungen — Communications

Persönliches und Firmen — Personnes et firmes

Azienda Elettrica Comunale della Città di Bellinzona. Franco Piffaretti, dipl. Elektroingenieur ETH, Mitglied des SEV seit 1958, wurde zum Direktor des Elektrizitätswerkes der Stadt Bellinzona gewählt.

Verschiedenes — Divers

Entwicklungstendenzen auf der Internationalen Elektronik-Ausstellung in London

Die Internationale Ausstellung für Messgeräte, Elektronik und Automatisierung, die vom 25. bis zum 30. Mai 1964 in London stattfand, zog 700 Aussteller, davon 148 aus Übersee, an. Abgesehen von der Vergrößerung der Messe zeigte sich als besonderes Kennzeichen die dominierende Stellung elektronischer Bauelemente und Geräte.

Im folgenden soll die Ausstellung nach den drei Hauptgruppen bewertet werden: Bauelemente, Geräte und Systeme:

Bauelemente. Die Schaltgeschwindigkeiten und Zuverlässigkeit der Schalter für die Photoelektronik wurden verbessert. Insbesondere fielen Reedrelais mit Edelmetallkontakten auf, deren Verwendung jedoch wegen ihres hohen Preises wenig verbreitet ist. Die weite Verbreitung, die gedruckte Schaltungen gefunden haben, führte zu der Entwicklung von Relais, die ein integrierter Bestandteil der gedruckten Schaltungen sind. Für Vielschaltungen bei automatischen Regelungen stehen spulenbetätigte Drehschalter zur Verfügung, die im Verhältnis zu ihrem Drehmoment sehr klein sind. Folgeschaltungen können mit Stufenschaltern durchgeführt werden, die auf der Messe in Ausführungen mit sehr kleinem Übergangswiderstand gezeigt wurden.

Bei Widerständen für niedrige Belastungen und hohe Genauigkeiten zeigte sich die Tendenz, die Widerstände aus Metall- oder Metalloxydschichten herzustellen. Unter anderem wurde ein Widerstand gezeigt, dessen Temperaturkoeffizient $0,025\%/^\circ\text{C}$ beträgt und dessen Konstanz bei hohen Temperaturen besser als $0,5\%$ ist. Drahtwiderstände, deren Draht nicht unter einer mechanischen Spannung steht, wurden entwickelt, um hohe Konstanz zu erreichen, weil wegen der fehlenden Belastung der bei

Dehnungsmeßstreifen erwünschte Effekt der Widerstandsänderung nicht auftritt.

Da es inzwischen Transistorschaltungen für niedere Spannungen gibt, konnten in ihren Abmessungen sehr kleine Kondensatoren entwickelt werden. Für Elektrolytkondensatoren, und zwar sowohl der trockenen als auch der nassen Ausführung, werden glatte oder aufgerauhte Tantal- oder Aluminiumfolien bevorzugt. Man erreicht damit einen grossen Arbeitstemperaturbereich. In diesem Zusammenhang trat zum ersten Mal Polyester in dünnen Schichten als Material für das Dielektrikum in Erscheinung.

Man zeigte sehr viele Festkörperbausteine. Diese stehen für analoge und digitale Funktionen zur Verfügung. Sie sind für Rechenmaschinen oder als Einschub für Messgeräte gedacht. Für sehr schnelle Schaltungen wurden logische Bauelemente in Mikrotechnik entwickelt. Als aktives Element wurden meist Silizium-Epitaxial-Transistoren verwendet. An einer Stelle wurde ein Verstärker gezeigt, dessen Bandbreite 100 MHz beträgt.

Der geringe Preis und der einfache Aufbau pneumatischer Bauelemente hat dazu geführt, dass diese Technik für Antriebszwecke in automatisierten Anlagen immer grössere Verbreitung findet. Man zeigte auf der Ausstellung Bauelementserien von pneumatischen logischen Schaltelementen mit geringer Leistung. Die Elemente dienen zur Realisierung der logischen Funktionen «Und» bzw. «Oder». Sie haben mehrere Membranen und kommen mit einem geringen Luftverbrauch aus. Als typische Zeitkonstante werden 80 ms angegeben.

Geräte. Es hat sich gezeigt, dass digitale Verfahren in vielen Fällen gegenüber analogen Verfahren vorteilhafter sind. Man hat deswegen viele Geräte umgestellt, so dass die Messungen nicht mehr analog, sondern digital erfolgen. Die Messwerte werden entweder angezeigt oder für Automatisierungszwecke weiterverarbeitet. Zeitgeber für die Steuerung von Fertigungsabläufen werden weiterhin in konventioneller Technik, d. h. elektromechanisch hergestellt. Hochfrequenz- oder Kurzzeitmessungen werden aber immer mehr durch Zählen vorgenommen. Für den Zählvorgang wird der Nulldurchgang der Eingangsschwingung ausgenutzt. Im allgemeinen wird die Frequenz und die Zeit mit demselben Gerät gemessen. Man kann mit diesen Messgeräten noch Zeitintervalle von Nanosekunden messen.

Im allgemeinen wird die Temperatur bei industriellen Fertigungsprozessen oder auch Produkten mit Thermoelementen oder Widerstandsthermometern gemessen. Für den unteren Temperaturbereich gibt es jetzt Geräte auf dem Markt, die temperaturabhängige Widerstände oder Halbleiter enthalten.

Messgrössen wie das Niveau von flüssigen oder festen Stoffen, Gewicht, Druck, Durchfluss usw. werden durch kapazitive oder induktive Änderungen, Kräftevergleich, rotierende Geber und dergleichen gemessen. Neue Messverfahren wurden nicht gezeigt. Es wurden wieder Winkellagemessgeräte mit der zugehörigen Elektronik gezeigt, die auf dem interferometrischen Prinzip beruhen. Der Erfolg dieses Verfahrens beruht weitgehend auf dem wirtschaftlichen Herstellungsverfahren, das für die notwendigen Strichgitter angewendet wird.

Es wurden sehr viele Geräte ausgestellt, die zur Messung von Materialdicken oder Materialauflagen dienen. Das Rückstreuungverfahren mit radioaktiven Isotopen als Strahlungsquelle gehörte zu den üblichen Verfahren zur Messung von Überzügen, während für die Dickenmessung die härteren Gammastrahlen und damit das Reflexionsverfahren angewandt werden. Viele Aussteller zeigten auch Ultraschallgeräte für die Dickenmessung. Verfahren, die auf dem physikalischen Effekt der Wirbelströme beruhen, haben inzwischen das Studium erreicht, bei dem der anodische Film auf Aluminium und Farbüberzüge, meist auf Nichteisenmetallen, gemessen werden kann. In vielen Geräten, die zum Auffinden oder Lokalisieren irgendwelcher Objekte dienen, wurden photoelektrische, induktive, kapazitive und Ultraschalleffekte benützt.

Zur Untersuchung der physikalischen und chemischen Eigenschaften der Substanzen, die in automatischen oder halbautomatischen Verfahrensprozessen benutzt werden, sind viele analysierende Messinstrumente auf dem Markt erschienen.

Eins der gezeigten Röntgenstrahlspektrometer wurde entwickelt, um in der Industrie verwendete Werkstoffe nach einem vorgegebenen Analysierungsprogramm zu untersuchen. Zwölf

Kanäle sind in dem Gerät vorgesehen. Zur gleichen Zeit, in der die schwereren Elemente elektronisch geprüft werden, gibt das Gerät die Analyse der leichten Elemente an. Massenspektrometer, die auf der Messe gezeigt wurden, dienen zur Feststellung von Leckstellen in Hochdruck- oder Vakuumsystemen. Transistoren können auf diese Weise bis zu so geringen Werten wie 10^{-8} cm³/s geprüft werden. Man zeigte Photometer für Analysierzwecke, die Abtasteinrichtungen besaßen, so dass ganze Bandbreiten im Infrarot- und Ultraviolettgebiet sowie im sichtbaren Spektrum untersucht werden können.

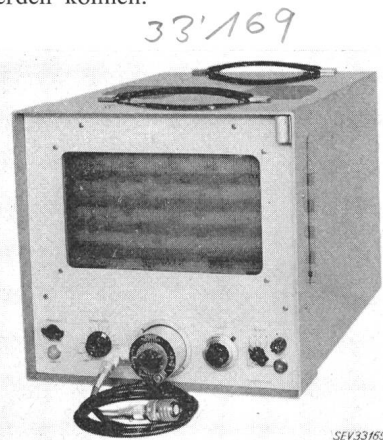


Fig. 1
Ultraschallgerät
für Dicken von 0,15...50,8 mm

Allgemeine Prüfgeräte zeigten die Tendenz zu immer kompakterer Bauweise. Eine Grenzwertanzeige bestimmt die Grösse der Ausrüstung. Man erhält jetzt eine Ziffernanzeige für Messungen. Ausserdem wächst die Konkurrenz auf dem Gebiet der Digitalvoltmeter. Für Kathodenstrahlröhren wird immer häufiger die Nachbeschleunigung verwendet, um bei gegebener Röhrenlänge eine grössere Auslenkung zu erhalten bzw. um die Empfindlichkeit zu steigern. Die Oszillographen besitzen jetzt häufig auswechselbare Verstärker für die X- und Y-Ablenkung, um für jede Messung den optimalen Verstärker zu haben. Man vermeidet dadurch komplizierte Schalteranordnungen und damit eine schlechte Messwertübertragung.

Systeme. Der überwältigende Erfolg der Digitalrechner zur Verfahrenssteuerung beginnt zu schwinden. Dafür treten immer mehr kleine und mittlere Analogrechner in Erscheinung. Sehr interessant war ein gemischter Analog-Digital-Rechner aus Amerika. Drei neue Digitalrechner wurden gezeigt. Zwei von ihnen hatten nur Pultgrösse. Einer von ihnen gehört zur dritten Rechnergeneration. In dem Rechner befanden sich Mikrobau- steine und sehr schnelle Siliziumtransistoren, die in den logischen Kreisen eingesetzt wurden. Der Rechner wurde aus den Bedürfnissen der Flugsicherungskontrolle und militärischen Untersuchungen entwickelt. Der Apparat besitzt einen Ferritkernspeicher, dessen Ansprechzeit 0,4 µs und dessen Umlaufzeit 1,2 µs betragen.

Da das britische Postministerium bekanntgegeben hat, welche Anforderungen an Datenübertragungssysteme zu stellen sind, die an das öffentliche Telefonnetz angeschlossen werden können, sind zahlreiche Modulatoren und Demodulatoren erschienen. Die gezeigten Modulatoren und Demodulatoren arbeiten nach dem Prinzip der Frequenzmodulation, oder genauer gesagt, nach dem Prinzip der Frequenzverschiebung. Die meisten Anlagen waren Halbduplexsysteme, die zu gleicher Zeit eine Informationsübertragung nur in einer Richtung erlauben. Das Verfahren des Parity-Check ist sehr bedeutungsvoll für die Fehlerüberwachung. Seine Anwendung konnte die Haltezeiten auf ein Minimum reduzieren.

Die durchschnittlich erreichbare Signalübertragungsgeschwindigkeit betrug etwa 1000...1200 Baud. Zur Eingabe und Ausgabe der Information wurden Lochstreifen eingesetzt, die gleichzeitig die Informationsspeicher darstellten. Das normale Fernsprechnetz diente zum Aufbau der Verbindung mit dem Empfänger. Anschliessend wurden Sender und Empfängerkreis der Datenübertragungsanlage an das Fernsprechnetz geschaltet.

Registriergeräte wurden bis zu Abtastsystemen mit elektronischen Schaltern weiterentwickelt, um entweder mehr Informationen zu speichern oder mehr Eingangskanäle zu besitzen. Neu auf der Messe erschienen wartungsfreie Registriergeräte, die zur Messung sich nur langsam ändernder Parameter oder Messgrößen dienen. Eins dieser Geräte kann ein Jahr lang ohne jede Überwachung Messdaten registrieren.

Das Betriebsfernsehen für Überwachungszwecke ist jetzt völlig ausgereift. In den meisten Fällen wurden Vidikon-Röhren für die Kamera verwendet. Der zugehörige elektrische Kreis war transistorisiert, so dass die Probleme der Wärmeableitung nicht mehr unüberwindlich sind.

Die Bildinformation wurde entweder im Video- oder Radiofrequenzgebiet, in einigen Fällen auch in beiden, übertragen. Die Wahl des Frequenzgebietes hing vom verwendeten Empfänger ab. Ein Nachteil der Vidikon-Röhre besteht darin, dass die Bildinformation bei raschen Bewegungen zeitlich etwas verspätet abgegeben wird. Deshalb wurde in einem Fall ein Superorthikon in der Kamera verwendet. Das ganze System war wie ein Periskop aufgebaut und dient zur Überwachung von Kernreaktoren.

L. G. Poole

III. Internationale Reaktortagung über Kernenergieantriebe für Handelsschiffe in Kiel 1964

Die von der Studiengesellschaft zur Förderung der Kernenergieverwertung in Schiffbau und Schifffahrt e. V. veranstaltete Tagung wurde von etwa 400 Teilnehmern besucht. Sie erhielt besondere Bedeutung durch die Tatsachen, dass Mitte Juni in Kiel das erste deutsche bzw. europäische atomgetriebene Handels-

schiff vom Stapel laufen und kurz darauf der Besuch des amerikanischen Handelsschiffes mit Atomtrieb «Savannah» in Bremerhaven und Hamburg erfolgen wird. Nachdem die Tagungsteilnehmer unter anderem durch den Präsidenten der Studiengesellschaft Dr. Schubert, durch Schleswig-Holsteins Ministerpräsidenten Dr. Lemke und durch Bundesforschungsminister Lenz begrüßt worden waren, folgte als Höhepunkt der Festvortrag über das Thema «25 Jahre Uranspaltung» von Prof. Dr. Otto Hahn, in dem er nach einem Überblick über die grundlegenden Arbeiten, die zur Auffindung der Spaltung von Uranatomen durch Neutronen führten, sein Interesse an der schnellen technischen Entwicklung bekundete, durch die es jetzt möglich sei, die bei diesen Reaktionen freiwerdenden Energiebeträge zum Antrieb von Schiffen zu verwerten.

In den folgenden Tagen wurde durch insgesamt 30 Vorträge und mehrere Filme u. a. über den russischen Atomeisbrecher «Lenin» und die amerikanische «Savannah» ein ausgezeichneter Überblick über den derzeitigen Entwicklungsstand des nuklearen Schiffsantriebes gegeben. Eindeutig kam die Vormachtstellung des Druckwasserreaktors zum Ausdruck, der in italienischen, holländischen, englischen und deutschen Projektstudien, sowie neben der Savannah und Lenin auch für das deutsche Kernenergie-Forschungsschiff Verwendung findet. Ein Siedewasserreaktor, dessen dynamischem Verhalten unter Schiffsbewegungen ein besonderer Vortrag gewidmet war, ist dagegen nur für das norwegisch/schwedische Konzept geplant.

Demgegenüber scheinen aber die gasgekühlten Reaktoren, nachdem, wie berichtet wurde, jetzt in Deutschland genügend Erfahrungen über die Gasturbine mit geschlossenem Kreislauf vorliegen, an Interesse zu gewinnen, was in mehreren Vorträgen

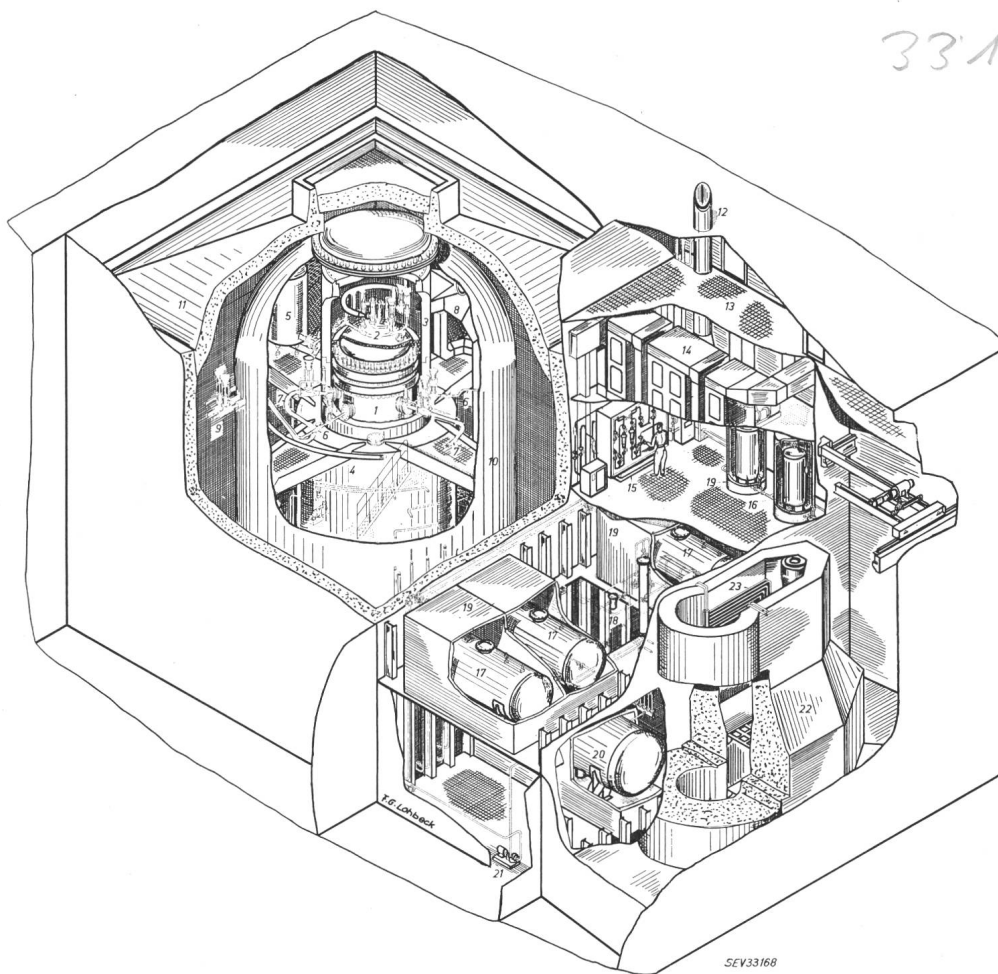


Fig. 1

Fortschrittlicher Druckwasser-Reaktor für Kernenergie-Forschungsschiff

- 1 Reaktordruckbehälter; 2 Reaktorsicherheitsventile; 3 Primärabschirmung; 4 Neutronenschilddank; 5 Abblasebehälter; 6 Speisewasserrohrleitung; 7 Dampfrohrleitung; 8 Lüftungsanlage; 9 Speisewasser- und Dampfventile; 10 Sicherheitsbehälter; 11 Sekundärabschirmung; 12 Abgasmast; 13 Raum für Zuluftanlage; 14 Abluftanlage; 15 Probenentnahme; 16 Abgasanlage; 17 Behälter für Primärwasser; 18 Reinigungsanlage für Primär- und Brennelementbeckenwasser; 19 Behälterabschirmung; 20 Abwasserbehälter; 21 Bilgepumpe für Reaktorraum; 22 Brennelementbecken; 23 Kühler für Brennelementbecken

über den Kugelhaufenreaktor und den BeO-modierten Reaktor zum Ausdruck kam. Aufsehen erregte die Äusserung bezüglich der Wirtschaftlichkeit des in Amerika ursprünglich als Flugzeugantrieb entwickelten 630-A-Reaktors, dessen Sicherheit aber wohl für Handelsschiffe noch etwas fragwürdig erscheint.

Eine Reihe von Vorträgen beschäftigte sich mit den recht aktuellen Fragen der Wirtschaftlichkeit, der Genehmigungsverfahren und des Versicherungsschutzes. Es ist ja bekannt, dass die hypothetischen Annahmen bei diesbezüglichen Untersuchungen meist zu schwer nachprüfbar und kaum mit konventionellen Schiffen vergleichbaren Ergebnissen führen. Deshalb wird einer der wesentlichen Gründe für den Bau des deutschen Kernenergie-Forschungsschiffes durch die Hamburger Gesellschaft für Kernenergieverwertung in Schiffbau und Schifffahrt mbH. darin gesehen, das Genehmigungsverfahren und die Versicherungsfragen zu klären, bevor dann an Hand von Erztransportfahrten echte Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen durchgeführt werden sollen. Auf Grund der Ergebnisse können privaten Reedern, die sich für die Anwendung von Reaktoren auf Handelsschiffen interessieren, realistische Unterlagen über den Schiffsreaktorbetrieb in die Hand gegeben werden. Dabei ist durch die Beteiligung der Euratom sichergestellt, dass diese Erfahrungen allgemein zugänglich werden.

C. Salander

Bau einer Schwerwasseranlage in Frankreich. In Anbetracht des immer grösser werdenden Schwerwasserbedarfes hat sich die französische Regierung entschlossen, eine Anlage für die Erzeugung von schwerem Wasser zu bauen, die in den chemischen Werken von Mazingarbe im Norden Frankreichs aufgestellt wird. Das für diese Anlage angewandte Verfahren basiert auf dem Wasserstoff-Isotopen-Austausch zwischen Ammoniak und Wasserstoff und steht in Konkurrenz mit dem in den USA gebräuchlichen Schwefel-Wasserstoff-Austauschverfahren. Dieses Verfahren wurde im Rahmen einer Gemeinschaft studiert, die aus dem Commissariat à l'Energie Atomique, den Houillères du Bassin du Nord et du Pas-de-Calais, der Société l'Air Liquide und der Compagnie de Construction Mécanique Procédés Sulzer (Konzern-Gesellschaft der Gebrüder Sulzer AG, Winterthur) besteht.

Informationstagung über Strahlungsschemie. Die Schweizerische Vereinigung für Atomenergie veranstaltet am 23. September 1964 an der Eidg. Technischen Hochschule in Zürich eine Informationstagung über Strahlungsschemie. Es werden folgende Vorträge gehalten:

PD Dr. T. Gümman, ETH, Zürich: «Grundlagen der Strahlungschemie»

Dr. F. Münzel, Internationale Forschungs-Gesellschaft (Inrescor), Schwerzenbach: «Strahlungsquellen»

Dr. J. Hoigné, ETH, Zürich: «Chemische Prozesse»

Prof. Dr. H. Mohler, Universität Basel, Zürich: «Konservierung von Lebensmitteln und Sterilisierung von medizinischen und pharmazeutischen Produkten»

Dr. J. Schenkel, Internationale Forschungs-Gesellschaft (Inrescor), Schwerzenbach: «Hochpolymere»

Auskunft erteilt das Sekretariat der Schweizerischen Vereinigung für Atomenergie, Schauplatzgasse 21, Bern.

Internationale Ausstellung der Automatisierung und Instrumentierung. Die 8. Internationale Ausstellung für Automatisierung und Instrumentierung findet vom 19. bis 25. November 1964 in Mailand statt.

Auskunft erteilt die Federation of Scientific and Technical Associations of Milan (FAST), Piazzale Morandi 2, Mailand.

IFIP-Kongress 1965. Die International Federation for Information Processing (IFIP), hat mit der Organisation ihres 2. IFIP-Kongresses vom 24. bis 29. Mai 1965 in New York, begonnen. Das detaillierte Kongressprogramm ist zwar noch nicht bekannt, doch müssen viel Aufgaben bereits jetzt in Angriff genommen werden.

Die Schweizerische Gesellschaft für Automatik (SGA) möchte ihren Mitgliedern mit einem Charterflug von Zürich nach New York und zurück die Möglichkeit zu einer stark verbilligten Reise bieten.

Interessenten erhalten beim Sekretariat der Schweiz. Gesellschaft für Automatik, ETH, Gloriastrasse 35, Zürich 6, weitere Auskunft.

Vereinsnachrichten

In dieser Rubrik erscheinen, sofern sie nicht anderweitig gezeichnet sind, offizielle Mitteilungen des SEV

Sitzungen

FK 34C, Vorschaltgeräte für Fluoreszenzlampen, und FK 34D, Leuchten, des CES

Die Fachkollegien 34C und 34D traten auf Anregung des ersten am 18. Dezember 1963 in Zürich zu einer gemeinsamen Sitzung zusammen; den Vorsitz führte H. Weber, Vorsitzender des FK 34D. Zweck dieses gemeinsamen Treffens war die Aussprache über die Frage, ob kapazitive Vorschaltgeräte wie nach der bisherigen Auffassung und Praxis weiterhin nur als Ganzes, also als bauliche Einheit mit dem Kondensator, zur Prüfung eingereicht und gutgeheissen bzw. in die Leuchten eingebaut werden dürfen, oder ob in Zukunft auch Leuchten mit erst in der Leuchte mit dem dazugehörenden Kondensator zusammengebauten Vorschaltgeräten zugelassen werden sollen.

Als *Berichtigung* des an gleicher Stelle (Bull. SEV, 1964, Nr. 10, Seite 509) erschienenen Berichtes des FK 34D des CES sei hier ausdrücklich festgehalten, dass nur *einzelne* Leuchten-Fabrikanten sich für eine neue Ordnung einsetzten, während der Fabrikanten-Verband für Beleuchtungskörper (FVB) und die Fabrikanten von Vorschaltgeräten sowie Vertreter weiterer Interessenten in dieser Angelegenheit, namentlich aus dem Kreise der Elektrizitätswerke, die Beibehaltung der bisherigen Ordnung verlangten. Diese Ordnung fusst auf der durch Erfahrung begründeten Annahme, dass sie für die praktische Gewährleistung

der Sicherheit vorzuziehen sei, während die Vertreter einer neuen Regelung, darunter auch der Vertreter des Starkstrominspektors, sich insbesondere auf Art. 6 des Sicherheitszeichen-Reglementes stützen. Eine Einigung, auch hinsichtlich einer allfälligen Übergangslösung, konnte leider nicht erzielt werden. Es wurde den beiden Fachkollegien überlassen, die Angelegenheit in ihrem Schosse weiter zu beraten.

A. Tschalär

Fachkollegium 50 des CES

Klimatische und mechanische Prüfungen

Das FK 50 trat am Vormittag des 27. April 1964 in Zürich unter dem Vorsitz seines Präsidenten, Prof. Dr. W. Druey, zu seiner 17. Sitzung zusammen. Zu einer eingehenden Aussprache führte das Dokument 50(Sekretariat)108, First report to TC 50 from the Working Group on Solderability. Das FK 50 begrüsst im Prinzip die Einführung eines Prüfapparates, mit dem in Zukunft die gute Verzinnbarkeit von Drahtanschlüssen geprüft werden soll, da die bisherige in Publ. 68-2 der CEI festgelegte LötKolbenmethode zu wenig gut reproduzierbare Resultate lieferte. Ebenfalls wird der Vorschlag, vorgängig der Prüfung der Lötbarkeit bzw. Verzinnbarkeit von Lötanschlüssen eine Alterung bei 155 °C während 16 h durchzuführen, im Prinzip als zweckmässig angesehen, doch wird es notwendig sein, hierfür die Lötanschlüsse vorher vom Bauelement abzutrennen, da die wenigsten Bauelemente diese hohe Temperaturbeanspruchung aushalten. Dage-

gen ist das FK 50 mit dem Vorschlag, die Temperaturschockprüfung (Schock zufolge Lötwärme) von Bauelementen für gedruckte Schaltungen nur bei $260 \pm 2^\circ\text{C}$ auszuführen, nicht einverstanden, da solche Bauelemente auch in konventionelle Verdrahtungen eingebaut werden, wo dann mit wesentlich höheren Temperaturen gerechnet werden muss. Das Dokument 50(Secretariat)109, welches den revidierten Text der Publ. 68-1 enthält, wurde ziffernweise durchbesprochen. Im Prinzip wurde diesem Dokument zugestimmt; einige kleinere Änderungswünsche sollen an den kommenden internationalen Sitzungen des TC 50 der CEI in Aix-les-Bains mündlich vorgetragen werden. *E. Ganz*

UK 50B, Klimatische Prüfmethode

Die UK 50B des FK 50 trat am Nachmittag des 27. April 1964 in Zürich zu ihrer 4. Sitzung zusammen. Den Vorsitz führte H. Lütolf, Sekretär der Sektion A des CES, da der Präsident der Unterkommission, Prof. Dr. W. Druey, an der Teilnahme verhindert war. Nach der Durchsicht der für die kommenden internationalen Sitzungen in Aix-les-Bains aufgestellten Traktandenliste wurde das Dokument 50B(Secretariat)111, Proposal for test M, Low air pressure, for components and equipment, durchbesprochen. Dieses Dokument wurde im Prinzip gutgeheissen. Zu einer längeren Diskussion führten die beiden Dokumente 50B(Secretariat)112, Proposal for test A, Cold, for components and equipment, und 50B(Secretariat)113, Proposal for test B, Dry heat, for components and equipment. Es stellte sich die Frage, ob es zweckmässig sei, solche sowohl für Bauelemente als auch für Geräte gültige kombinierte Dokumente aufzustellen, da verschiedene Bestimmungen unterschiedliche Festlegungen erfordern, je nach Art des Prüflings. Eine Minderheit der Unterkommission war der Ansicht, es sei sauberer und für den praktischen Gebrauch zweckmässiger, für Bauelemente und Geräte je getrennte Dokumente zu erhalten, wogegen die Mehrheit sich für kombinierte Dokumente aussprach, um in der Publ. 68-2 der CEI nicht unnötig viele einzelne Prüfmethode zu erhalten. Überdies wurden noch einige Änderungswünsche beschlossen, die in Aix-les-Bains mündlich vorgetragen werden sollen; es handelt sich hierbei vorwiegend um wünschenswerte Vereinfachungen des Prüfungsablaufes. Das Dokument 50B(Secretariat)114, Change of temperature tests, wurde als unzweckmässig angesehen und es wurde beschlossen, international vorzuschlagen, die in Publ. 68-2 bereits bestehende Prüfung Na beizubehalten und falls notwendig, eine zur Prüfung von analogen Methode, jedoch mit längeren Übergangszeiten von der Wärme in die Kälte, vorzusehen. *E. Ganz*

Fachkollegium 206 des CES

Haushaltschalter

Das FK 206 trat am 5. Mai 1964 auf der Halbinsel Au unter dem Vorsitz seines Präsidenten, E. Richi, zur 17. Sitzung zusammen. Eine vom Sekretariat aufgestellte Unterlage zur Behandlung der noch festzulegenden Werte für die Prüfbestimmungen zum Abschnitt «Thermische Eigenschaften» wurde eingehend diskutiert und soweit bereinigt, dass sie in den vom Protokollführer aufzustellenden ersten Gesamtentwurf zu den Sicherheitsvorschriften für Haushaltschalter eingebaut werden kann. Einzelne Prüfwerte müssen jedoch im Hinblick auf die internationalen, zum Teil stark abweichenden Werte nochmals geprüft werden.

Zu dem bereits erwähnten ersten Gesamtentwurf der revidierten Sicherheitsvorschriften für Haushaltschalter wurden noch einige materielle und redaktionelle Präzisierungen vorgenommen. Sodann wurde auf Grund eines Vergleiches des im Bulletin des SEV ausgedruckten Entwurfes der Sicherheitsvorschriften für Industrieschalter und Schütze mit den sich in Revision befindlichen Sicherheitsvorschriften für Haushaltschalter, und im Bestreben, eine bessere Unterscheidung zwischen der Anwendung der Industrieschalter und Haushaltschalter erreichen zu können, eine Eingabe zu Händen des FK 17B ausgearbeitet, die schriftlich an das Sekretariat des CES weitergeleitet werden soll.

M. Schadeegg

Fachkollegium 207 des CES

Regler mit Schaltvorrichtung

Das FK 207 hielt am 8. April 1964 in Luzern unter dem Vorsitz seines Präsidenten, Direktor W. Schmucki, die 20. Sitzung ab. Die Sitzung diente fast ausschliesslich der weiteren Ausarbeitung des Entwurfes zu den Sicherheitsvorschriften für Zeitschalter, wobei insbesondere der Abschnitt Berührungsschutz eingehend diskutiert wurde. So wurde zur Frage der Isolierung von Betätigungsorganen der Standpunkt vertreten, dass Zeiteinstellvorrichtungen und andere Einstellorgane, die nur gelegentlich betätigt werden, nicht als betriebsmässig zu bedienende Betätigungsorgane zu betrachten seien und daher an diese Vorrichtungen weniger strenge Anforderungen hinsichtlich der Isolierung gegenüber spannungsführenden Teilen gestellt werden müssen. Für die Prüfung der mechanischen Festigkeit von ortsveränderlichen Zeitschaltern wurde der neue Schlaghammer nach CEE in den Entwurf aufgenommen. An dem vor der Veröffentlichung stehenden Entwurf zu den Sicherheitsvorschriften für Regler mit Schaltvorrichtung wurden noch einige redaktionelle Präzisierungen vorgenommen.

M. Schadeegg

Fachkollegium 212 des CES

Motorische Apparate

Das FK 212 trat am 6. März 1964 in Zürich zur 16. Sitzung zusammen. Es wählte H. Meier, Prokurist, Verzinkerei Zug AG, zu seinem neuen Präsidenten als Nachfolger des an der letzten Sitzung zurückgetretenen M. Barbier. Die Vakanz aus dem Gebiete der Nähmaschinen-Industrie soll entsprechend einem Vorschlag wieder besetzt werden. Ebenfalls soll das FK durch einen geeigneten Vertreter aus dem Gebiete der Küchenmaschinen ergänzt werden.

Das FK behandelte kurz eine Anzahl CEE-Dokumente, die grösstenteils an der kommenden CEE-Tagung in Stockholm zur Beratung gelangen werden. Es nahm im weiteren im zustimmenden Sinne davon Kenntnis, dass eine Delegation die Interessen des FK an dieser Tagung vertreten wird. Die Besprechung des 2. Entwurfes der Sicherheitsvorschriften des SEV für motorische Haushalt-Apparate konnte anschliessend fortgesetzt werden. Man erzielte dabei befriedigende Fortschritte, obschon immer wieder gewisse Bestimmungen zu regen Diskussionen Anlass gaben.

C. Bacchetta

Fachkollegium 213 des CES

Tragbare Werkzeuge

Das FK 213 trat am 17. März 1964 in Bern unter dem Vorsitz seines Präsidenten, R. Lüthi, zu seiner 2. Sitzung zusammen. Einleitend wurde eine allgemeine Aussprache abgehalten, mit dem Zwecke Mittel und Wege zu suchen, um als erstes möglichst rasch die als unbefriedigend bezeichnete Situation zu verbessern, die durch das Fehlen von Vorschriften bei bestehender Prüfpflicht gegeben ist. Die Diskussion ergab den starken Wunsch des FK, die Technischen Prüfanstalten des SEV mögen die Zwischenzeit bis zur Herausgabe der vom FK auszuarbeitenden Vorschriften in der Weise für alle Beteiligten tragbar überbrücken helfen, indem sie ihre bisherige Prüfpraxis in einfacher Form allen Interessenten zugänglich machen.

Sodann ging das FK dazu über, sein Arbeitsprogramm aufzustellen. Man bestätigte die bereits an der konstituierenden Sitzung ausgedrückte Auffassung, vorerst mit vollen Kräften an das Ausarbeiten der Sicherheitsvorschriften zu gehen und zwar auf der Basis der CEE-Publ. 20, unter Berücksichtigung auch neuerer Vorschriften anderer Organisationen, vorab jener des VDE.

Die Arbeiten wurden konkret in Angriff genommen mit einer ersten Lesung der CEE-Publ. 20. Es zeigte sich dabei, wie vermutet, dass dieselbe infolge des technischen Fortschrittes nicht mehr durchwegs dem neuesten Stand entspricht, und dass ferner die gegenwärtige Revision der CEE-Publ. 10, Anforderungen an Geräte mit elektromotorischem Antrieb, gewissen Einfluss auf die Werkzeugvorschriften hat.

Abschliessend beschloss das FK 213, dem CEI einen weiteren Vertreter der Industrie als Mitglied vorzuschlagen.

C. Bacchetta

Prüfzeichen und Prüfberichte des SEV

Die Prüfzeichen und Prüfberichte sind folgendermassen gegliedert:

1. Sicherheitszeichen; 2. Qualitätszeichen; 3. Prüfzeichen für Glühlampen; 4. Radiostörschutzzeichen; 5. Prüfberichte

2. Qualitätszeichen



ASEV

für besondere Fälle

Schalter

Ab 1. Mai 1964.

Remy Armbruster AG, Basel.

Fabrikmarke:



Dreheschalter für 15 A, 380 V~.

Verwendung: für Einbau in Maschinen und Apparate.

Ausführung: Sockel aus Isolierpreßstoff. Tastkontakte aus Silber.

Nr. 683/644 ERs Fk-101: Spezialschalter mit 5 Regulierstellungen und Ausschaltstellung.

Standard AG, Basel.

Vertretung der Firma Gebrüder Berker, Schalksmühle i. W. (Deutschland).

Fabrikmarke: Berker

1. Dreheschalter für 16 A, 250 V~.

2. Zugschalter für 10 A, 250 V~.

Verwendung: für Einbau.

Ausführung: Tastkontakte aus Silber, Sockel aus Isolierpreßstoff.

Nr. 16 D 3-35: Dreheschalter. Einpoliger Regulierschalter mit 5 Regulierstellungen und Ausschaltstellung.

Nr. 16 DZ 3-02: Zugschalter. Zweipoliger Ausschalter.

Netzsteckvorrichtungen

Ab 1. Mai 1964.

Adolf Feller AG, Horgen (ZH).

Fabrikmarke:



Kupplungssteckdosen für 10 A, 380 V.

Verwendung: in trockenen Räumen.

Ausführung: Isolierkörper aus schwarzem Isolierpreßstoff.

Nr. 89013: 2 P + E, Typ 19, Normblatt SNV 24530.

Ab 1. Juni 1964.

Stenio Dozio, Lugano (TI).

Vertretung der Firma Bassani S. p. A., Mailand (Italien).

Fabrikmarke:



TICINO

Steckdosen 2 P + E für 10 A, 250 V.

Verwendung: in trockenen Räumen, für Unterputzmontage.

Ausführung: Sockel aus Porzellan, Frontscheibe aus weissem Isolierpreßstoff.

Nr. 07 : mit Nullungsverbindung } Typ 12, Normblatt

Nr. 07N : ohne Nullungsverbindung } SNV 24507.

Nr. 08C : mit Nullungsverbindung } Typ 13, Normblatt

Nr. 08NC : ohne Nullungsverbindung } SNV 24508.

Kondensatoren

Ab 1. März 1964.

Siemens Elektrizitätserzeugnisse AG, Zürich.

Fabrikmarke:



MP-Kondensatoren.

Siemens 380 V~, 50 Hz, -25...+85 °C.

MPR 3,75 μ F \pm 4 %, B 25100 — A 3375 — A 500,

MPR 6 μ F \pm 4 %, B 25100 — A 3605 — A.

Metallpapier-Kondensator in rundem tiefgezogenem Leichtmetallbecher mit am Boden angezogenem Befestigungsbolzen. Eingebördelter Deckel aus Isolierpreßstoff mit Anschluss-Lötfahnen.

Verwendung: Einbau in Apparate für trockene Räume.

Elektro-Apparatebau F. Knobel & Co., Ennenda (GL).

Fabrikmarke:



Störschutz-Kondensator.



Typ SCE 5220

0,035 μ F / 250 V~ @

-30 °C / +105 °C f_0 = 2,5 MHz.

Papier-Folien-Wickel in rundem Leichtmetallmantel. Blanke Anschlussdrähte durch beide Giessharzverschlüsse herausgeführt.

Verwendung: Einbau in Apparate für feuchte Räume.

Ab 1. April 1964.

Condensateurs Fribourg S.A., Fribourg.

Fabrikmarke:



Kondensatoren.

43919-2 3×1500 pF \pm 20% 380 V~ 80 °C, f_0 = 15 MHz @

36291-2, 5,9 μ F \pm 5 %, 390 V, 50 Hz, 80 °C, min. 3,1 kV @

Papier-Folien-Wickel in rundem, tiefgezogenem Leichtmetallbecher. 43919-2 mit angezogenem Befestigungsbolzen und isolierte Anschlusslitzen durch Giessharzverschluss geführt. 36291-2 mit Anschlusslötfahnen in Giessharzverschluss eingegossen.

Verwendung: Einbau in Apparate für feuchte Räume.

Walter Blum, Zürich.

Vertreter der Firma Ernst Roedenstein, Spezialfabrik für Kondensatoren GmbH., Landshut/Bayern (Deutschland).

Fabrikmarke:



Störschutz-Kondensatoren ERO, F 1575/1.

0,15 μ F + 2×2500 pF, 250 V~, -10°/+70 °C, f_0 = 1,3 MHz.

Papier-Folien-Wickel in rundem, tiefgezogenem Leichtmetallbecher. Isolierte Anschlusslitzen durch Giessharzverschluss geführt.

Verwendung: Einbau in Apparate für feuchte Räume.

Kleintransformatoren

Ab 1. Mai 1964.

Hasler AG, Bern.

Fabrikmarke:



Niederspannungs-Kleintransformatoren.

Verwendung: ortsfest, in trockenen Räumen.

Ausführung: nicht kurzschlußsichere Einphasen-Einbautransformatoren ohne Gehäuse, Klasse 2 b S, mit Anschlussklemmen, Lötfahnen oder freien Wicklungsenden. Schutz gegen Überlastung durch normale Sicherung oder Kleinsicherungen (nicht an den Transformatoren). Beide Wicklungen auch mit Anzapfungen, auch mit mehreren getrennten Sekundärwicklungen.

Primärspannung: 110... 500 V;

Sekundärspannung: ... 500 V;

Leistung: 5...1000 VA.

Allgemeine Leitsätze für Beleuchtung

Die Schweizerische Beleuchtungs-Kommission (SBK) veröffentlicht nachstehend den Entwurf zur 4. Auflage der Allgemeinen Leitsätze für Beleuchtung. Die erste Auflage unter dem Titel «Schweizerische Allgemeine Leitsätze für elektrische Beleuchtung» erschien 1939, die zweite 1947 und die dritte 1951. Das letzte Jahrzehnt hat für die Lichttechnik eine gewaltige Entwicklung gebracht: Neue Lichtquellen wurden geschaffen, alte verbessert, und die Ansprüche an die Beleuchtung sind ständig gewachsen. Dazu kommt, dass auch der natürlichen Beleuchtung vermehrte Beachtung geschenkt wird. Diese Entwicklung brachte es mit sich, dass mit einer blossen Bearbeitung und Ergänzung der dritten Auflage nicht mehr auszukommen war. Die Fachgruppe 1 *), «Allgemeine Leitsätze» der SBK hat deshalb einen in Form und Inhalt neuen Entwurf geschaffen und freut sich, die Frucht ihrer Arbeit nun zur Diskussion vorlegen zu können.

Die an den «Allgemeinen Leitsätzen für Beleuchtung» interessierten Kreise werden eingeladen, den vorgelegten Entwurf zu prüfen und ihre Änderungs- und Ergänzungsvorschläge in zweifacher Ausfertigung dem Sekretariat der SBK, Seefeldstrasse 301, Zürich 8, bis spätestens 29. Aug. 1964 einzureichen. Die Einsprachen werden anschliessend von der Fachgruppe 1 geprüft. Wo immer es angezeigt erscheint, werden die Einsprecher zu den Verhandlungen eingeladen. Gehen keine Bemerkungen ein, so gilt dies als Zustimmung.

Entwurf

Allgemeine Leitsätze für Beleuchtung

Inhalt

	Seite
1 Auge und Sehen	
1.1 Das Sehorgan und seine Wirkungsweise	
1.2 Blendung	
1.3 Hellempfindlichkeit und Lichtwellenlänge	
1.4 Farbwahrnehmung	

*) Die Fachgruppe 1, «Allgemeine Leitsätze», ist zur Zeit wie folgt zusammengesetzt:

Präsident der Fachgruppe:

M. Roegen, ancien directeur, 3, Chemin Claire-Vue, Petit-Lancy GE

Mitglieder:

F. Bähler, Direktionssekretariat der Bernischen Kraftwerke AG, Viktoriaplatz 2, Bern
E. Bitterli, dipl. Ing., Eidg. Fabrikinspektor des III. Kreises, Utoquai 37, Zürich 8
A. Dubs, Ing., F. Knobel & Co., Ennenda, Limmatstrasse 73, Zürich 5
R. Ernst, Eclairagiste, Transelectric S. A., 8, rue Dassier, Genève
A. Farner, dipl. Physiker ETH, Regent Beleuchtungskörper, G. Levy & Co., Dornacherstrasse 390, Basel
W. Flückiger, dipl. Arch., Hadlaubstrasse 98, Zürich 6
H. Goldmann, Prof. Dr. med., Direktor der Universitäts-Augenklinik, Freiburgstrasse 8, Bern
E. Grandjean, Prof. Dr. med., Institut für Hygiene und Arbeitspsychologie ETH, Clausiusstrasse 25, Zürich 6
W. Gruber, dipl. Ing., Direktor der Rovo und Claude AG, Karstlernstrasse 9, Zürich 9/48
J. Guanter, dipl. Ing., Osram AG, Limmatquai 3, Postfach, Zürich 22
W. Haupt, techn. Assistent, Materialprüfanstalt des SEV, Seefeldstrasse 301, Zürich 8
H. Kessler, Ing., Prokurist der Philips AG, Edenstrasse 20, Postfach, Zürich 27
J. Lavanchy, Flu-Rex, 34, Avenue Recordon, Lausanne
F. Mäder, Dr., Adjunkt, Eidg. Amt für Mass und Gewicht, Wildstrasse 3, Bern
W. Mathis, Ing., Höschgasse 95, Zürich 8
R. Spieser, dipl. Ing., Prof., Zürichbergstrasse 81, Zürich 7/44

Mitarbeiter:

M. Herzig, Lichttechniker, Philips AG, Edenstrasse 20, Postfach, Zürich 27

2 Güte der Beleuchtung	
2.1 Leuchtdichte und Beleuchtungsstärke	
2.2 Kontraste, Schatten und Reflexe	
2.3 Vermeidung von Blendung	
2.4 Zusammenwirken von natürlichem und künstlichem Licht	
2.5 Wirtschaftlichkeit	
3 Künstliche Beleuchtung	
3.1 Lichtquellen	
3.2 Farbwiedergabe	
3.3 Zeitliche Gleichmässigkeit	
3.4 Lichtfarbe und Beleuchtungsstärke	
3.5 Beleuchtungsarten	
4 Natürliche Beleuchtung	
4.1 Allgemeines	
4.2 Eigenschaften des Tageslichtes	
4.3 Beleuchtung der Innenräume	
4.4 Tageslicht-Quotient	
4.5 Wahl des Tageslicht-Quotienten	
5 Entwurf von Beleuchtungsanlagen	
5.1 Allgemeine Regeln	
5.2 Entwurf von Beleuchtungsanlagen für Innenräume	
5.3 Entwurf von Beleuchtungsanlagen im Freien	
6 Betrieb und Unterhalt	
6.1 Betriebssicherheit	
6.2 Einfluss der Netzspannung	
6.3 Lichtstromrückgang	
6.4 Verschmutzung und Reinigung	
6.5 Kontrolle der Beleuchtungsstärke	
6.6 Betriebszeiten	

1

Auge und Sehen

1.1 Das Sehorgan und seine Wirkungsweise

1.1.1

Das Sehorgan besteht aus den Augen, den Sehnerven und den Sehzentren im Gehirn, wo die Sehbahnen enden.

1.1.2

Die äussere Form des Auges (Fig. 1) ist angenähert die einer Kugel (Augapfel). Der Glaskörper im Innern des Auges ist schalig umgeben von der Netzhaut, der Aderhaut und der Lederhaut. Die Aderhaut geht vorne in die Regenbogenhaut (Iris) mit dem Blendenloch (Pupille) über. Zwischen Iris und Glaskörper liegt die Linse. Vor der Iris befindet sich die vordere Augenkammer, die nach vorne von der durchsichtigen Hornhaut, der Fortsetzung der Lederhaut, abgeschlossen ist. Sie ist mit Kammerwasser gefüllt. Die Stelle, wo sich die Nervenfasern der Netzhaut sammeln, um als Sehnerv das Auge zu verlassen, liegt nasenseitig dicht neben dem hintern Augenpol. Sie ist blind (blinder Fleck). Die Netzhaut am hintern Augenpol ist am feinsten differenziert (Sehgrübchen) und hat das beste Auflösungsvermögen.

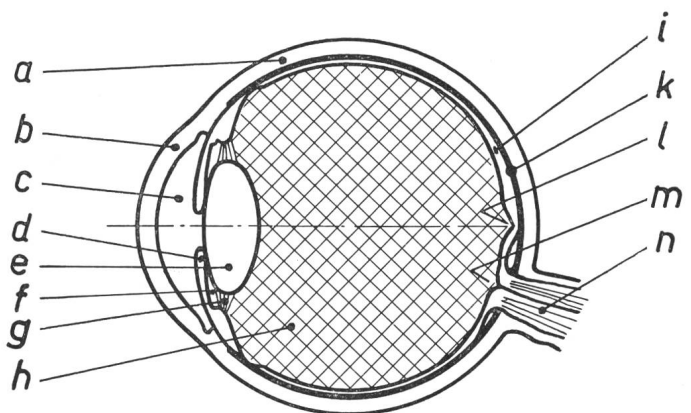


Fig. 1

Horizontalschnitt durch das Auge

a Lederhaut; b Hornhaut; c vordere Augenkammer; d Regenbogenhaut mit Pupille; e Linse; f hintere Augenkammer; g Ziliarmuskel mit Strahlenblättchen; h Glaskörper; i Netzhaut; k Aderhaut; l Netzhautgrube; m blinder Fleck; n Sehnerv

1.1.3

Funktionsmässig ist zwischen dem optischen und dem lichtempfindlichen Teil des Auges zu unterscheiden.

1.1.3.1

Der optische Teil besteht aus Hornhaut, Kammerwasser, Linse, Glaskörper und der durch die Regenbogenhaut mit der Pupille gebildeten Blende. Dieses optische System entwirft Bilder der Aussenwelt auf der Netzhaut, einer lichtempfindlichen Membran, deren Veränderungen als Erregungen durch die Sehnerven den Sehzentren im Gehirn zugeleitet werden.

Die Anpassung des optischen Systems auf die Entfernung der Sehobjekte heisst Akkommodation. Sie erfolgt reflektorisch durch Krümmungsänderung der Linse, so dass auf der Netzhaut immer ein scharfes Bild desjenigen Objektes entsteht, dem die Aufmerksamkeit zugewandt ist. Die Akkomodationsfähigkeit nimmt mit dem Alter ab, weil die Linse allmählich verhärtet und dabei ihre Elastizität verliert (Altersweitsichtigkeit).

1.1.3.2

Im lichtempfindlichen Teil des Auges, der Netzhaut, findet man zwei Arten von Empfängerelementen, die Stäbchen und die Zapfen. Ihre Lichtempfindlichkeit rührt daher, dass das Licht in ihnen Substanzen zersetzt und dadurch jene Erregungen hervorruft, die von den Sehnerven weitergeleitet werden.

Die Zapfen vermitteln das Sehen bei guter Beleuchtung [photopisches oder Tages-Sehen¹⁾], welches ausgezeichnet ist durch grosse Sehschärfe, hohe Unterschiedsempfindlichkeit²⁾ und Farbwahrnehmung. Die Stäbchen vermitteln das Sehen bei herabgesetzter Beleuchtung [skotopisches oder Nacht-Sehen³⁾], das gekennzeichnet ist durch hohe Empfindlichkeit für Lichtreize, geringe Sehschärfe, geringe Unterschiedsempfindlichkeit²⁾ und fehlende Farbwahrnehmung. Auch die spektrale Hellempfindlichkeit (Ziff. 1.3) ist beim Nachtsehen anders als beim Tagessehen.

Der Unterschied in der Sehschärfe kommt daher, dass jeder einzelne Zapfen oder höchstens eine kleine Gruppe von Zapfen durch eine Sehnervenfaser mit dem Sehzentrum verbunden ist, während bei den Stäbchen jeweils ganze Gruppen durch eine einzelne Nervenfasern zusammengefasst sind.

1.1.6

Die Anpassung des Sehorgans an die verschiedenen Leuchtdichten der Sehobjekte heisst Adaptation. Sie erfolgt reflektorisch zur Hauptsache in den lichtempfindlichen Elementen selber und benötigt besonders beim Übergang von Hell zu Dunkel eine gewisse Zeit. Eine geringe, schnelle Anpassung geschieht durch Erweiterung und Verengung der Pupille. Die maximale Anpassung an Dunkelheit (Dunkeladaptation), ausgehend von hohen Leuchtdichten (beispielsweise 5000 cd/m², was etwa der Leuchtdichte einer besonnten Strassenoberfläche entspricht), benötigt mindestens eine halbe Stunde. Dabei beträgt die Empfindlichkeitszunahme das Hunderttausendfache. Im Alter nimmt die Adaptationsfähigkeit ab, z. T. weil die Pupillenreaktion weniger ausgiebig ist, so dass bei älteren Leuten das Lichtbedürfnis anwächst.

1.2

Blendung

Unter Blendung versteht man einen Sehzustand, der durch eine unzweckmässige Leuchtdichte-Verteilung, durch zu hohe Leuchtdichten oder zu grosse räumliche oder zeitliche Leuchtdichtekontraste (Ziff. 2.2) ein *Missbehagen* hervorruft (psychologische Blendung) oder eine *Herabsetzung der Sehfunktion* (Unterschiedsempfindlichkeit, Formempfindlichkeit, Wahrnehmungsgeschwindigkeit usw.) zur Folge hat (physiologische Blendung).

Von direkter Blendung spricht man, wenn Blendlichtquelle und wahrzunehmender Gegenstand dicht beieinander liegen oder zusammenfallen, von indirekter Blendung, wenn sie nicht benachbart sind.

Hört der blendende Reiz auf, so stellt sich die Empfindlichkeit schnell wieder her, falls das blendende Licht nicht zu stark war. Bei sehr hohen Leuchtdichten (z. B. Sonne) bleibt die geblendete Netzhautstelle längere Zeit funktionsunfähig, während sich die Umgebung rascher erholt.

Jede Art von Blendung vermindert die Arbeitsfähigkeit und das Reaktionsvermögen des Geblendeten und ist geeignet, Unfälle zu begünstigen.

¹⁾ Tagessehen erfolgt im allgemeinen bei Adaptation an eine mittlere Leuchtdichte von mindestens einigen cd/m².

²⁾ Unter günstigsten Bedingungen (im Photometer) kann das Auge Leuchtdichteunterschiede von ca. 1 % gerade noch feststellen. Werden dem Auge zwei leuchtende Flächen in angemessenen Zeitabständen nacheinander dargeboten, so kann es einen Leuchtdichteunterschied von ca. 30 % eben noch wahrnehmen.

³⁾ Nachtsehen erfolgt im allgemeinen bei Adaptation an eine mittlere Leuchtdichte von weniger als einigen Hundertstel cd/m².

1.3

Hellempfindlichkeit und Lichtwellenlänge

1.3.1

Licht ist physikalisch gesehen eine elektromagnetische Strahlung mit Wellenlängen zwischen etwa 400 und 700 nm⁴⁾. Fällt solche elektromagnetische Strahlung auf einen reflektierenden Schirm (z. B. ein weisses Papier), so entsteht für den Beobachter neben dem Farbeindruck, der von der Wellenlänge der Strahlung abhängt, noch der Eindruck einer bestimmten Helligkeit. Dieser Helligkeitseindruck ist nicht nur abhängig von der Leistung der Strahlung, sondern auch von ihrer Wellenlänge. Am empfindlichsten ist das menschliche Auge bei Tagessehen für eine Strahlung der Wellenlänge 555 nm, die einen grüngelben Farbeindruck verursacht.

1.3.2

Um die Abhängigkeit der Hellempfindlichkeit des Auges von der Wellenlänge der Strahlung zu finden, wird in einer bestimmten photometrischen Anordnung die Leistung der Strahlung mit der Wellenlänge λ so lange verändert, bis sie auf einem weissen Schirm den gleichen Helligkeitseindruck erweckt wie eine bekannte Strahlungsleistung bei der Wellenlänge 555 nm. Das Verhältnis der zu diesem Abgleich nötigen Leistung der Strahlung bei der Wellenlänge 555 nm zu jener der Wellenlänge λ heisst spektraler Hellempfindlichkeitsgrad $V(\lambda)$. Er wurde von der IBK⁵⁾ an einer grossen Zahl von normalsichtigen Beobachtern für alle Farben gemessen; die gemittelten Werte entsprechen dem sog. photometrischen Normalbeobachter. Fig. 2 stellt den spektralen Hellempfindlichkeitsgrad in Funktion der Wellenlänge λ , die sog. $V(\lambda)$ -Kurve für Tagessehen dar, wie sie 1933 vom Internationalen Komitee für Mass und Gewicht angenommen worden ist.

Für das Nachtsehen ist die Helligkeitsempfindlichkeitskurve gegen kürzere Wellenlängen hin verschoben (Purkinje Phänomen), und ihr Maximum liegt ungefähr bei $\lambda = 510$ nm.

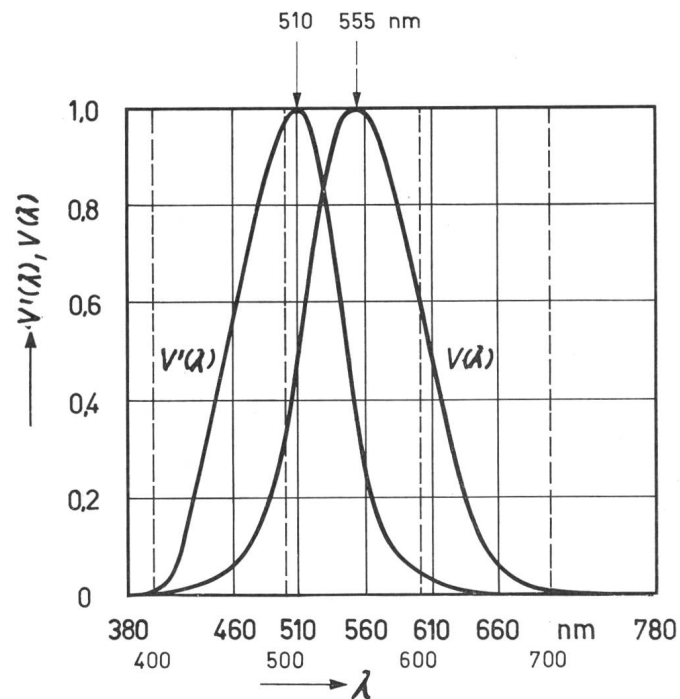


Fig. 2
Spektraler Hellempfindlichkeitsgrad für den photometrischen Normalbeobachter
 $V(\lambda)$ bei Tagessehen
 $V'(\lambda)$ bei Nachtsehen

1.4

Farbwahrnehmung

1.4.1

Die Netzhaut ist für Strahlen der Wellenlänge von etwa 400 bis 700 nm empfindlich. Bei Tagessehen werden die verschiedenen Wellenlängen in verschiedenen Farben wahrgenommen (Spektrum). Das normale Auge sieht im Spektrum die Farben von Rot über Orange, Gelb, Gelb-Grün, Grün, Blau-Grün,

⁴⁾ 1 nm (Nanometer) = 10^{-9} m ($1/1\,000\,000\,000$ m = $1/1\,000\,000$ mm).

⁵⁾ Internationale Beleuchtungskommission.

Blau zu Violett. Rot entspricht den längsten Wellenlängen, Violett den kürzesten.

Bunte Farben nennt man in der Farbenlehre die Farben des Spektrums wie Rot, Grün, Blau usw. Als unbunte Farben bezeichnet man Weiss, Grau und Schwarz.

Im Rahmen dieser Ziff. 1.4 sei unter Weiss, Schwarz, Rot, Grün usw. die entsprechende Gesichtsempfindung verstanden, während eine Bezeichnung wie unbunte, gelbes usw. Licht diejenige Strahlung bezeichnen soll, die die Empfindung Weiss, Gelb usw. auslöst, wenn die Strahlung durch ein lichtloses Rohr in mittlerer Intensität auf das Auge einfällt. (Durch sehr starke Steigerung und durch starke Schwächung der Intensität eines Lichts wird auch die durch das Licht unter sonst gleichen Bedingungen erzeugte Empfindung geändert.)

1.4.2

Zwischen einem zu untersuchenden farbigen Licht und drei geeigneten Eichlichtern (z. B. einem roten, einem grünen und einem violetten) kann durch Mischung immer erreicht werden, dass die Farbe des zu untersuchenden Lichts oder der Mischung dieses Lichts mit einem der drei Eichlichter gleich aussieht wie die Farbe der Mischung aller bzw. der beiden restlichen Eichlichter.

1.4.3

Weiss ist jene einheitliche Helligkeitsempfindung, der jeder Buntcharakter fehlt. Sie wird durch Mischung von Spektrallichtern hervorgerufen, einerseits durch das gesamte Licht der Wellenlängen 400 bis 700 nm (z. B. Sonnenlicht), andererseits allein schon durch mindestens zwei geeignet ausgewählte Spektrallichter.

1.4.4

Schwarz ist nicht identisch mit völliger Lichtlosigkeit. Das tiefste Schwarz wird vielmehr dann gesehen, wenn z. B. ein lichtloser Tunnel von einem weissen Feld umgeben ist (physiologischer Kontrast). Lichtlosigkeit allein erzeugt die Empfindung eines sehr dunklen Grau.

Helleres Grau wird durch schwaches unbuntes Licht hervorgerufen, das von einem helleren Feld umgeben ist. Schwaches unbuntes Licht für sich allein (durch ein lichtloses Rohr betrachtet), erzeugt die Empfindung von wenig hellem Weiss.

1.4.5

Purpur und reines Rot werden durch Mischung eines kurzwelligen (violetten) und langwelligen (roten) Lichtes erzeugt.

1.4.6

Jede Farbe, ob die eines Selbstleuchters oder eines Körpers, ist durch drei Angaben bestimmt, solange sie im schwarzen Umfeld gesehen wird (unbezogene Farben):

- a) *den Farbton*. Er ist die Eigenschaft einer Farbempfindung, die bestimmt, ob sie als rot, gelbrot, gelb, gelbgrün, grün usw. bezeichnet wird, unabhängig davon, ob sie satt oder blass erscheint.
- b) *die Sättigung*. Sie ist die Eigenschaft einer Gesichtsempfindung, die durch den Anteil reiner Buntempfindung im Verhältnis zur Unbuntempfindung bedingt ist. Beispiele von Farbbezeichnungen, die die Sättigung kennzeichnen, sind satt rot, rosa, blass rosa; violett, Flieder, blass lila; zitronengelb, kanariengelb, Lindenblüte.
- c) *die Helligkeit*. Sie ist die Eigenschaft einer Gesichtsempfindung, auf Grund deren ein Teil des Gesichtsfeldes mehr oder weniger Licht auszusenden scheint und entspricht der photometrischen Grösse «Leuchtdichte».

Wird die Farbe in einem grauen, weissen oder bunten Umfeld gesehen (bezogene Farben), so verändert sich die gesamte Empfindung gegenüber derjenigen bei schwarzem Umfeld.

Der Helligkeitseindruck wird durch das Leuchtdichteverhältnis zum Umfeld beeinflusst.

Im grauen Umfeld kommt die Art des unbunten Anteils zur Geltung: Ist dieser Anteil schwarz, so erscheint z. B. Orange mit einem Schwarzanteil im hellen, grauen Umfeld braun und Grasgrün mit einem Schwarzanteil erscheint olivgrün; ist der Anteil grau, so erscheint Orange im gleichen Umfeld graugelb und Grasgrün erscheint graugrün.

Eine unbezogene Farbe in ein buntes Umfeld versetzt verändert ihren Farbton. So erscheint z. B. ein unbuntes Licht in rotem Umfeld grünlich und ein gelbes Licht in grünem Umfeld orange (Farbstimmung).

1.4.7

Die Empfindlichkeit für Farben ist von Mensch zu Mensch etwas verschieden. Es gibt gewisse Leute (ca. 10 % aller Männer und 0,5 % aller Frauen), deren Farbensinn erheblich von dem der Normalen abweicht:

a) Ca. 6 % der Männer und 0,4 % der Frauen brauchen zur Charakterisierung des Farbtons eines Spektrallichtes ein anderes Mischungsverhältnis der 3 Bezugslichter als die Normalen. Normalerweise erkennen die Farbe von Objekten noch, wenn diese unter einem Winkel von einigen Bogenminuten erscheinen. Besonders Rot und Grün sind für die Normalen sehr auffällig. Die «Anormalen» hingegen erkennen die Farben unter kleinem Winkel nicht mehr und ihr Auffälligkeitswert ist gering (anomale Trichromaten).

b) Ca. 3 % der Männer und 0,02 % der Frauen verwechseln Rot und Grün und sehen auch den Rot- und Grünanteil von Farben nicht: sie verwechseln also ein Orange mit einem Gelbgrün (nur der Gelbanteil in beiden Farben wird gesehen; Rotgrünblinde = Dichromaten).

c) Sehr wenige Menschen sehen den Gelb- und Blauanteil in einer Farbe nicht und verwechseln Gelb und Blau (für sie sehen z. B. ein Meerblau und ein gelbliches Grün gleich aus; Blaugelbblinde).

d) Während alle diese Leute eine durchaus normale Sehschärfe haben können, aber für gewisse Berufe untauglich sind (Eisenbahn, Schiff-Fahrt, Fliegerei), gibt es selten Menschen, die überhaupt kein Objekt farbig wahrnehmen, d. h. die so sehen wie ein normalsichtiger Mensch im Nachsehen und dazu immer eine stark herabgesetzte Sehschärfe haben.

1.4.8

Die Farbe, in der ein Gegenstand erscheint, hängt ab:

- a) von der spektralen Zusammensetzung der einfallenden Strahlung,
- b) von der Auswahl, mit der der Körper die einfallenden spektralen Strahlen durch Reflexion oder Transmission weitergibt (damit ein Gegenstand in einer bestimmten Farbe erscheint, genügt es, dass das komplementäre Licht im Wellenlängengebiet fehlt, das vom Gegenstand zum Auge gelangt),
- c) von der Farbempfindlichkeit des Beobachters,
- d) vom Umfeld des Gegenstandes (siehe Ziff. 1.4.6),
- e) von der Farbstimmung des Auges.

Ein Gegenstand erscheint z. B. rot, wenn das auf ihn auffallende Licht rote Strahlungen enthält, wenn er alle ausser der roten oder wenigstens die zu rot komplementäre grüne Strahlung absorbiert und wenn der Beobachter rote Strahlung als solche wahrnimmt.

1.4.9

Als natürlich werden die Farben eines Körpers bei Tageslicht empfunden. Um für Farbmusterungen definierte Verhältnisse zu haben, wurde vereinbart, sie beim Licht des nördlichen bedeckten Mittagshimmels durchzuführen. In der Industrie wird jedoch oft ein künstliches Tageslicht vorgezogen, das in seiner spektralen Zusammensetzung stabiler ist als der bedeckte Himmel.

Unbunte (weisse) Lichter und unbunte Lichter mit einer bläulichen bis rötlichen Tönung werden durch die Temperatur in °Kelvin, die sogenannte Farbtemperatur, charakterisiert, auf die ein glühender schwarzer Körper gebracht werden muss, damit das von ihm ausgestrahlte Licht die gleiche Farbe aufweist wie das betrachtete Licht. Für Farbmesszwecke gelangen hauptsächlich folgende Normlichtarten zur Verwendung:

- A: Glühlampen mit der Farbtemperatur (Verteilungstemperatur) 2854 °K,
- B: Normlichtart A mit Flüssigkeitsfilter auf Farbtemperatur von etwa 4800 °K transformiert,
- C: Normlichtart A mit Flüssigkeitsfilter auf Farbtemperatur von etwa 6500 °K transformiert.

1.4.10

Die Farbwahrnehmung ist von psychischen Wirkungen begleitet, an die man bei der Wahl der Anstrichfarben für Wände, Mobiliar, Maschinen usw. denken muss:

- a) Warme Farben (Rot, Orange und Gelb) wirken anregend, kalte Farben (Grün, Blau und Violett) beruhigend; diese Wirkungen können sich u. U. bis zur Erregung bzw. Bedrückung steigern.
- b) Ein mit kalter Farbe gestrichener Raum erscheint grösser; ein mit warmer Farbe gestrichener Raum erscheint kleiner. Diese Erscheinung gestattet, schlecht proportionierten Räumen zu einer vorteilhafteren Wirkung zu verhelfen.
- c) Die Farbgebung ist so zu wählen, dass ein guter farbharmonischer Eindruck entsteht. Dabei ist auch auf die Beleuchtungsart Rücksicht zu nehmen, bei welcher die Farben zur Geltung kommen sollen.
- d) Farbkontraste werden dazu benützt, um auf gefährdende Stellen oder Gegenstände aufmerksam zu machen, wie z. B. Stufen, Unterzüge usw.

2.1 Leuchtdichte und Beleuchtungsstärke

2.1.1

Die Sehleistung, d. h. die Güte, Zuverlässigkeit, Schnelligkeit und Ausdauer bei der Aufnahme von Gesichtswahrnehmungen ist auf der Seite des Sehobjektes abhängig von:

- a) seiner scheinbaren Grösse und Leuchtdichte,
- b) seiner Lage zur Blickrichtung,
- c) seinen Leuchtdichte- und Farbkontrasten zum Umfeld und zum gesamten Gesichtsfeld.

Gute Sehverhältnisse verlangen in jedem Fall angemessene Leuchtdichteunterschiede am Arbeitsplatz und bestimmte Leuchtdichteverhältnisse im Raum (Ziff. 2.2.2).

2.1.2

Der Stand der lichttechnischen Praxis zur Zeit der Bearbeitung dieser Leitsätze gestattet noch keine einfache Messung oder Berechnung von Leuchtdichten. Es ist deshalb üblich, Beleuchtungsverhältnisse durch Angabe der Beleuchtungsstärke zu beschreiben. In diesem Sinn kann für jede Schaufgabe eine mittlere Beleuchtungsstärke angegeben werden, die in der Arbeitsebene, in der Regel der horizontalen, nötig ist.

2.1.3

Die empfohlenen Beleuchtungsstärken für verschiedene Seh-aufgaben sind in Tabelle I zusammengestellt. Sie gelten unter folgenden Voraussetzungen:

- a) Günstige Reflexionsgrade und Kontraste, sowie übliche Objektgrössen und Betrachtungszeiten. Bei ungünstigen Verhältnissen sind die Beleuchtungsstärken u. U. bis zum dreifachen der Tabellenwerte zu erhöhen.
- b) Lage der Sehobjekte in der Normal-Messebene, d. h. der 85 cm über dem Boden liegenden Horizontalebene. Liegt das Sehobjekt in einer andern, z. B. geneigten Ebene, so gilt die geforderte Beleuchtungsstärke für diese Ebene.
- c) Bei reiner Allgemeinbeleuchtung (Ziff. 2.1.5.1) darf die Beleuchtungsstärke an der dunkelsten, bzw. hellsten Stelle der Messebene höchstens um die Hälfte vom mittleren Wert abweichen.
- d) Die empfohlenen Beleuchtungsstärken sind mittlere Betriebswerte, die auch bei langer Betriebsdauer nicht um mehr als 20 % unterschritten werden sollten. Dies ist bei der Projektierung zu berücksichtigen; dabei sind auch die Häufigkeit und Art des Unterhalts in Rechnung zu stellen (Ziff. 5.2, 5.3, 6.3, 6.4).
- e) Die empfohlenen Beleuchtungsstärken gelten für Personen im mittleren Lebensalter mit normal empfindlichem Sehorgan (Ziff. 1.1.6 und 2.1.5.2).

2.1.4

Die in Tabelle I verwendeten Zeichen (◀ bzw. ▶) haben folgende Bedeutung:

- Zeichen links:** Es können Werte unter dem Mittel gewählt werden, die gegebenenfalls die untere Grenze erreichen.
- Zeichen fehlt:** Der Mittelwert genügt den normalen Anforderungen.
- Zeichen rechts:** Es sind Werte vorzusehen, die über dem Mittel liegen und unter Umständen die obere Grenze erreichen.

Tabelle I

(Seite 13)

2.1.5

Man unterscheidet zwei Beleuchtungsarten:

- a) reine Allgemeinbeleuchtung,
- b) Allgemeinbeleuchtung mit zusätzlicher Arbeitsplatzbeleuchtung.

2.1.5.1

Reine Allgemeinbeleuchtung ist anzustreben, da sie im ganzen Raum eine gleichmässige Helligkeit gewährleistet.

2.1.5.2

Allgemeinbeleuchtung mit zusätzlicher Arbeitsplatzbeleuchtung rechtfertigt sich

- a) bei besonderen Anforderungen an Lichteinfall oder Lichtfarbe,
- b) bei sehr hohen Beleuchtungsstärken,
- c) bei bloss teilweiser Belegung der Räume,
- d) bei ungünstiger Lage einzelner Arbeitsplätze,
- e) für ältere Personen (Ziff. 1.1.6; 2.1.3, Lit. e),
- f) für Personen mit verminderter Sehleistung (u. U. auf ärztliche Empfehlung).

Die Werte der Tabelle I gelten in den Fällen Lit. a...d für die Arbeitsplatzbeleuchtung. Daneben hat die Allgemeinbeleuchtung die empfohlenen mittleren Beleuchtungsstärken der Tabelle II zu erreichen.

2.1.6

Benachbarte Räume, zwischen denen ein reger Verkehr herrscht, sollen sich in ihrer Beleuchtungsstärke nicht um mehr als 1...2 Stufen der Tabelle I unterscheiden, damit die Augen nicht durch ständige Adaptationsänderungen (Ziff. 1.1.6) übermässig beansprucht werden.

Empfohlene Beleuchtungsstärken der Allgemeinbeleuchtung bei zusätzlicher Arbeitsplatzbeleuchtung

Tabelle II

Arbeitsplatzbeleuchtung in lx	700	1500	5000
Empfohlene Allgemeinbeleuchtung in lx	175	250	500

2.2

Kontraste, Schatten und Reflexe

2.2.1

Für eine gute plastische Wahrnehmung beleuchteter Objekte sind Kontraste (Ziff. 2.2.2) und Schatten (Ziff. 2.2.3) in einem gewissen Ausmass notwendig. Reflexe (Ziff. 2.2.4) am Sehobjekt und auf der Arbeitsfläche sind normalerweise zu vermeiden; zu dekorativen Zwecken können sie erwünscht sein.

2.2.2

Unter Kontrast versteht man subjektiv die gegenseitige Beeinflussung zweier aneinandergrenzender oder zeitlich aufeinanderfolgender Gesichtseindrücke (Simultankontrast, Sukzessivkontrast). Er kann sich auf Leuchtdichte oder Farbe beziehen und entsteht in der Regel durch ungleichartige Lichtreflexion hinsichtlich Richtung, Grösse und Farbe. Im Falle der Leuchtdichten kann man objektiv das Verhältnis der Differenz zur kleineren der beiden Leuchtdichten als Kontrast definieren.

Der Leuchtdichte-Kontrast zwischen dem Arbeitsfeld ⁶⁾ und seiner näheren Umgebung ⁷⁾ soll im Interesse der optischen und geistigen Aufmerksamkeit bei der Arbeit nicht grösser sein als ca. 3 : 1, der zwischen dem Arbeitsfeld und seiner weiteren Umgebung ⁸⁾ ca. 10 : 1 und jener zwischen dem Arbeitsfeld und dem restlichen Gesichtsfeld ca. 100 : 1.

Für alle üblichen Blickrichtungen soll der Leuchtdichte-Unterschied zwischen hellster und dunkelster Stelle im Gesichtsfeld nicht grösser sein als ca. 100 : 1.

2.2.3

Bei den Schatten unterscheidet man Körperschatten auf der der Lichtquelle abgewandten Seite eines undurchsichtigen Körpers und Schlagschatten auf einer beleuchteten Fläche, die sich bilden durch Hindernisse zwischen der Lichtquelle und dieser Fläche. Ist die Lichtquelle mehr oder weniger punktförmig (Sonne, Glühlampe), so entstehen scharf begrenzte, harte Schatten, sog. Kernschatten, ist sie grossflächig (Leuchdecke), so entstehen sog. Halbschatten mit weichen Übergängen.

2.2.3.1

Die am Sehobjekt und auf seinem Hintergrund entstehenden Schatten sollen dem natürlichen Empfinden entsprechen und dürfen nicht stören. Dies wird in der Regel erreicht, wenn das Licht senkrecht oder schräg von oben auf die Arbeitsfläche einfällt. Die gewünschte Weichheit oder Härte der Schatten wird erzielt durch geeignete Wahl der Beleuchtungsart, der Lage der Ausdehnung der Leuchten sowie der Reflexionseigenschaften der Decke, Wände und Einrichtungen.

2.2.3.2

Wenn besonders gutes körperliches Sehen erforderlich ist, eignet sich eine durch allseitigen Lichteinfall entstehende schattenarme Beleuchtung nicht. In solchen Fällen ist eine der Schaufgabe angepasste zusätzliche Arbeitsplatzbeleuchtung notwendig.

2.2.3.3

Schatten bewegter Gegenstände wirken besonders störend und sind zu vermeiden.

2.2.4

Unter Reflex versteht man die Spiegelung von Lichtquellen oder leuchtenden Gegenständen an einer Fläche.

⁶⁾ Unter dem Arbeitsfeld versteht man das zentrale Gesichtsfeld mit einem Öffnungswinkel von ca. 1°.

⁷⁾ Die nähere Umgebung des Arbeitsfeldes geht bis zu einem Öffnungswinkel von ca. 30°.

⁸⁾ Die weitere Umgebung des Arbeitsfeldes umfasst einen Öffnungswinkel von ca. 90°.

Die Einfallrichtungen des Lichtes auf das Sehobjekt und die Arbeitsfläche sind so zu wählen, dass keine störenden Reflexe entstehen.

2.3 Vermeidung von Blendung

2.3.1

Wie bereits unter Ziff. 1.2 erwähnt, erzeugt jede Art von Blendung ein Gefühl von Missbehagen und vermindert die Seheleistung. Dadurch wird die Arbeitsleistung beeinträchtigt, das Reaktionsvermögen herabgesetzt und die Unfallgefahr erhöht. Deshalb muss sorgfältig darauf geachtet werden, dass keine blendenden Leuchtdichten oder zu grosse Kontraste auftreten.

2.3.2

Der Grad der Blendung ist abhängig von der Leuchtdichte und der scheinbaren Grösse und Form der leuchtenden Fläche, von ihrer Lage zur Blickrichtung und von der mittleren Leuchtdichte in ihrer unmittelbaren Umgebung sowie im Gesichtsfeld überhaupt.

Die Blendung wird umso geringer, je kleiner Leuchtdichte und scheinbare Grösse der leuchtenden Fläche sind, je weiter entfernt von der Blickrichtung sich diese Fläche befindet, und je kleiner das Verhältnis zwischen ihrer eigenen Leuchtdichte und jener ihrer Umgebung ist.

2.3.3

Es liegen verschiedene Methoden vor, um für einen bestimmten Raum mit einer bestimmten Beleuchtungseinrichtung einen sogenannten «Grad der Blendung» zu errechnen, oder aber bei vorgegebenem «Grad der Blendung» die Eigenschaften der Leuchten (Leuchtdichte, Lichtverteilung, Grösse und Aufhängehöhe) festzulegen.

Im Moment der Ausarbeitung dieser Leitsätze kann eine allgemein befriedigende Methode noch nicht empfohlen werden. Das Problem wird im Schosse der IBK studiert und die nachstehenden Angaben der Ziff. 2.3.4...2.3.6 werden ergänzt, sobald neue Erkenntnisse vorliegen.

2.3.4

Die Leuchtdichten von Lampen und Leuchten in Richtung zum Auge sollen so gering als möglich sein. Leuchten sind möglichst weit ausserhalb der üblichen Blickrichtung anzuordnen und ihre Umgebung ist so aufzuhellen, dass der Leuchtdichtekontrast zwischen Lampe oder Leuchte und ihrer unmittelbaren Umgebung nicht grösser ist als ca. 30 : 1.

2.3.5

In Arbeitsräumen sollen Lampen und Leuchten im Winkelbereich von 0°...30° (bezogen auf horizontale Blickrichtung) in Richtung zum Auge keine grösseren Leuchtdichten aufweisen als 2000...3000 cd/m². Wird der Blick oft über die Horizontale erhoben, wie z. B. im Schulzimmer, so gilt diese Einschränkung im Bereiche von 0°...45°. In Räumen, die nur kurzzeitig benützt werden, sind in den oben angegebenen Winkelbereichen Leuchtdichten bis zu etwa 4000 cd/m² zulässig.

Unter bestimmten Voraussetzungen, die vor allem abhängig sind von der örtlichen Lage der Leuchten zum Beobachter, von den Raumabmessungen, der Raumgestaltung und den Einrichtungen, dürfen die angegebenen Leuchtdichtewerte überschritten werden. In andern Fällen können sie zu hoch sein. Unterhalb der horizontalen Blickrichtung befindliche Leuchten (z. B. für Arbeitsplatzbeleuchtung) sind in Richtung zum Auge hin möglichst vollständig abzuschirmen.

2.4 Zusammenwirken von natürlichem und künstlichem Licht

2.4.1

Das natürliche Licht genügt in den meisten Fällen nicht für eine einwandfreie Beleuchtung der Räume während ihrer ganzen Benützungsdauer.

2.4.2

Bei gleichzeitiger natürlicher und künstlicher Beleuchtung sind nachstehende Forderungen zu erfüllen:

- Die Farbe des künstlichen Lichts ist zur Vermeidung von störendem Zwielicht dem natürlichen Licht ähnlich zu wählen. Dabei ist im allgemeinen eine etwas wärmere Tönung des künstlichen Lichts zulässig oder erwünscht.
- Die Einfallrichtung des künstlichen Lichts auf die Arbeitsplätze soll derjenigen des natürlichen Lichts möglichst entsprechen, damit keine störenden Doppelschatten auftreten.
- Zur Anpassung an das stark veränderliche Tageslicht kann die künstliche Beleuchtung stufenweise zu- und abgeschaltet werden, in besonderen Fällen mit Hilfe von photoelektrischen Schaltelementen.

2.5

Wirtschaftlichkeit

2.5.1

Der Aufwand für eine Beleuchtungsanlage wird auf Grund folgender Kostenanteile berechnet:

a) Erstellungskosten

Sie enthalten die Kosten der Lampen und Leuchten, der Installation und Montage sowie der Kompensation zur Verbesserung des Leistungsfaktors, und weiterer zum Betrieb der Anlage notwendiger Einrichtungen.

b) Kosten für Verzinsung und Amortisation

des für die Erstellung der Anlage aufgewendeten Kapitals.

c) Betriebskosten

Sie setzen sich zusammen aus Energiekosten, Ersatzkosten für Lampen und Zubehör, Aufwendungen für deren Auswechslung und der Reinigung von Lampen, Leuchten, Raumbooberflächen, Fenstern usw.

2.5.2

Als Ertrag einer guten Beleuchtung sind den Kosten gegenüberzustellen:

a) Steigerung der Arbeitsleistung und Arbeitsgüte,

b) Augenhygiene, Ordnung und Sauberkeit im Betrieb, Sicherheit und Unfallverhütung, Wohlbefinden und Arbeitsfreudigkeit.

2.5.3

Wo an die Ästhetik einer Anlage erhöhte Ansprüche gestellt werden, können die Anforderungen der Wirtschaftlichkeit zurücktreten, doch soll dabei die Güte der Beleuchtung auf keinen Fall leiden.

3

Künstliche Beleuchtung

3.1

Lichtquellen

Als elektrische Lichtquellen kommen Glühlampen sowie Entladungslampen ohne oder mit Leuchtstoff in Betracht. Diese Lampenarten unterscheiden sich ausser dem Prinzip der Lichterzeugung hauptsächlich durch die Lichtfarbe und die Betriebsweise.

Die unterschiedliche Lichtfarbe ist mitbestimmend für ihre Anwendungsmöglichkeiten.

3.1.1

Glühlampen

Das Licht der Glühlampen enthält alle Farben des Spektrums, wobei der gegenüber dem schwachen Violett- und Blauanteil starke Gelb- und Rotanteil dem Glühlampenlicht einen warmen Ton verleiht.

Es wird von dem durch den elektrischen Strom auf Weissglut erhitzten Leuchtdraht ausgestrahlt. Für Normal-Glühlampen *) liegt die Lichtausbeute je nach Nennspannung und Leistung im Bereich von 10...20 lm/W, und die mittlere Lebensdauer beträgt 1000 Stunden.

Lichtstrom, Lichtausbeute und Lebensdauer sind in hohem Masse von der tatsächlichen Betriebsspannung abhängig. Eine ständige Überspannung von 5 % erhöht den Lichtstrom um etwa 15 % und verkürzt die Lebensdauer auf ungefähr die Hälfte. Umgekehrt verlängert eine Unterspannung die Lebensdauer, vermindert aber dabei die Lichtausbeute und damit die Wirtschaftlichkeit.

Glühlampen werden ohne Zusatzgerät an die auf der Lampe angegebene Netzspannung angeschlossen. Die verschiedenen Formen und Ausführungen der Lampen tragen den mannigfachen Verwendungsmöglichkeiten Rechnung.

3.1.2

Entladungslampen

Das Licht entsteht durch die Entladung zwischen zwei Elektroden in einem mit Metaldämpfen, Gasen oder einem Gemisch von Dämpfen oder Gasen gefüllten lichtdurchlässigen Rohr. Man unterscheidet Entladungslampen ohne Leuchtstoff (Natriumlampen, Quecksilberlampen, Xenonlampen) und Entladungslampen, deren Kolben innen mit einer Leuchtstoffschicht belegt ist (Fluoreszenzlampen und -röhren, Quecksilber-Leuchtstofflampen).

Die für Beleuchtungszwecke verwendeten Entladungslampen haben meistens eine beträchtlich höhere Lichtausbeute als Glühlampen. Die Lebensdauer beträgt einige Tausend Stunden. Lichtstrom, Lichtausbeute und Lebensdauer sind viel weniger spannungsabhängig als bei den Glühlampen.

*) Bei Jodlampen mit Quarzkolben von 1000...2000 W liegt die Lichtausbeute etwas über 20 lm/W, und die mittlere Lebensdauer ist 2000 Stunden.

Entladungslampen benötigen zu ihrem Betrieb ein Zusatzgerät als Strombegrenzer in Form eines elektrischen Widerstandes, einer Drosselspule oder eines Streutransformators. Bei den Quecksilber-Mischlichtlampen (z. B. Ziff. 3.1.2.2 d) dient eine Glühwendel als Strombegrenzer, welche in die Lampen miteingebaut ist.

Das Zusatzgerät verbraucht eine gewisse Leistung, die der jeweiligen Lampenleistung zugezählt werden muss.

3.1.2.1 Entladungslampen ohne Leuchtstoff

Sie erzeugen ein Licht, das diskontinuierlich aus einem oder mehreren Spektrallichtern oder aus einzelnen Spektrallichtern und einem Grundlichtgehalt, der aus allen Lichtfarben zusammengesetzt sein kann, besteht. Das Licht dieser Lampen besitzt eine für die jeweilige Metaldampf- oder Gasfüllung und deren Druck charakteristische Farbe.

Die für Beleuchtungszwecke wichtigsten Entladungslampen ohne Leuchtstoff sind die folgenden:

a) Natriumlampen

Das Licht der Natriumlampen ist einfarbig gelb (monochromatisch).

Natriumlampen geben beim Einschalten im kalten Zustand erst nach einer Anlaufzeit von etwa 10 Minuten den vollen Lichtstrom ab und zünden nach kurzen Netzunterbrüchen sofort oder etwas verzögert wieder. Ihre zulässige Brennlage ist im allgemeinen horizontal bis leicht geneigt.

b) Quecksilberlampen

Das Licht der Quecksilberlampen ist ein Gemisch aus einem bestimmten gelben, grünen, blauen und violetten Licht, praktisch ohne Orange- und Rotanteil. Dieses Gemisch erscheint deswegen in seiner Gesamtheit bläulich.

Die Entladung erfolgt im Quecksilberdampf bei mittlerem bis hohem Druck.

Nach dem Einschalten benötigen die Lampen zur Abgabe des vollen Lichtstromes einer Anlaufzeit von etwa 5 Minuten. Schon bei kurzen Spannungsunterbrüchen von weniger als einer Sekunde und starken Spannungsschwankungen erlöschen sie. Die Wieder-Zündung der Lampen erfolgt erst nach einer Abkühlungszeit, die je nach Leistung der Lampen und Art der Leuchten 3 bis 10 Minuten beträgt. Die Brennlage der Lampen ist beliebig.

c) Xenonlampen

Das Licht der Xenonlampen enthält alle Farben des Spektrums. Die Lichtfarbe ist schwach bläulich und entspricht dem natürlichen, aus Sonnen- und Himmelslicht gemischten Tageslicht. Sie bleibt von den Schwankungen der Netzspannung unbeeinflusst.

Die Lampenausführungen für Beleuchtungszwecke sind gekennzeichnet durch grosse Entladungslängen, sehr hohe Lichtströme und dementsprechend grosse Leistungsaufnahme. Die Lampen werden durch kurzzeitiges Einschalten eines Zündgerätes, das eine hochfrequente Hochspannung liefert, gezündet und geben sofort den vollen Lichtstrom ab. Nach Spannungsunterbrüchen zünden sie bei Betätigung des Zündgerätes gleich wieder. Die Brennlage der Lampen ist beliebig.

3.1.2.2 Entladungslampen mit Leuchtstoff

Gewisse Entladungen erzeugen neben dem sichtbaren Licht einen bedeutenden Anteil ultravioletter Strahlung. Diese ist für das menschliche Auge unsichtbar und kann in Leuchtstoffen, die auf der Lampeninnenwand angebracht sind, in sichtbares Licht verschiedener Farbe umgewandelt werden.

Die wichtigsten Lichtquellen dieser Art sind einerseits Fluoreszenzlampen und Fluoreszenzröhren, andererseits Quecksilber-Leuchtstofflampen und Quecksilberleuchtstoff-Mischlichtlampen. Der grundsätzliche Unterschied beider Lampenarten besteht im Druck des Quecksilberdampfes.

a) Fluoreszenzlampen

Das Licht der Fluoreszenzlampen setzt sich zum geringen Teil aus der Quecksilberstrahlung und überwiegend aus der Leuchtstoffstrahlung zusammen, die sich über alle Farben des Spektrums erstreckt. Die Lichtfarbe scheint weiss mit einer bläulichen, gelblichen oder rötlichen Tönung je nach Wahl der Leuchtstoffe. Für dekorative Zwecke gibt es auch Lampen mit satten Lichtfarben.

In diesen röhrenförmigen Lampen erfolgt die Entladung bei sehr geringem Druck des Quecksilberdampfes.

Sie sind in genormten Formen, Längen, Leistungen und Lichtfarben erhältlich. Nach dem Einschalten und nach Spannungsunterbrüchen brennen die Lampen sofort. Der abgegebene Licht-

strom ist von der Umgebungstemperatur abhängig. Die Brennlage der Lampen ist beliebig.

b) Fluoreszenzröhren

Es sind physikalisch die gleichen Lichtquellen wie Fluoreszenzlampen, und sie sind in verschiedenen Formen, Längen und Leistungen erhältlich. Sie werden für Beleuchtungszwecke und besonders für Reklameanlagen hergestellt. Neben weiss mit schwacher Farbtonung werden sie auch mit satten Lichtfarben angefertigt. Aus diesem Grunde werden für Lichtreklamen auch Entladungsröhren mit anderen Gasfüllungen, z. B. mit Neon, benötigt¹⁰⁾. In der Regel werden mehrere Röhren in Serieschaltung an einen Streufeldtransformator angeschlossen, dessen Leerlaufspannung je nach der totalen Röhrenlänge bis zu 10 000 V betragen darf.

c) Quecksilber-Leuchtstofflampen

Der Hauptanteil des Lichtes stammt aus der Entladung selber und die Ultraviolettstrahlung wird in den Fluoreszenzstoffen in einen kleinen Anteil Orange- und Rotlicht umgewandelt. Dadurch wird die Farbwiedergabe-Eigenschaft des Lichtes im Vergleich zum Licht von Quecksilberlampen ohne Leuchtstoff beachtlich verbessert.

Die Entladung erfolgt im Quecksilberdampf bei mittlerem bis hohem Druck.

Die Betriebseigenschaften der Quecksilber-Leuchtstofflampen sind gleich wie jene von Quecksilberlampen ohne Leuchtstoff (Ziff. 3.1.2.1 b).

d) Quecksilberleuchtstoff-Mischlichtlampen¹¹⁾

Es handelt sich um Quecksilber-Leuchtstofflampen, bei denen der Strombegrenzer als Glühwendel in die Lampe eingebaut ist und seinerseits Licht ausstrahlt.

Dadurch enthält das Licht der Quecksilberleuchtstoff-Mischlichtlampen etwas mehr Rotanteil als das Licht der Quecksilber-Leuchtstofflampen (Ziff. 3.1.2.2 c), weshalb die Farbwiedergabe-Eigenschaft beträchtlich besser ist.

Nach dem Einschalten ist der Lichtstrom der Glühwendel zunächst hoch, derjenige der Entladung dagegen gering. Nach etwa 2 Minuten gibt diese ihren vollen Lichtstrom ab, während jener der Glühwendel gesunken ist. Bei Spannungsunterbrüchen zünden die Lampen nach einer Abkühlzeit von etwa 3...5 Minuten. Die Brennlage der Lampen ist beliebig.

Die Lichtausbeute liegt um etwa 25 % höher als bei Glühlampen gleicher Leistung (Ziff. 3.1.1); die Lebensdauer beträgt einige Tausend Stunden und wird durch häufiges Einschalten herabgesetzt.

Lichtstrom, Lichtausbeute und Lebensdauer sind von der tatsächlichen Betriebsspannung etwa wie bei Glühlampen (Ziff. 3.1.1) abhängig.

3.2 Farbwiedergabe

3.2.1

Strahlt eine Lichtquelle mit kontinuierlichem und einigermaßen energiegleichem Spektrum, und erreicht die Leuchtdichte eines von der Lichtquelle beleuchteten Gegenstandes einige cd/m² (Ziff. 1.1.3.2, Fussnote 1), so erscheint der Gegenstand in den praktisch gleichen Farben wie bei natürlichem Licht.

3.2.2

Strahlt eine Lichtquelle mit diskontinuierlichem oder ganz ausgesprochen energieungleichem Spektrum, dann gelten die Überlegungen von Ziff. 1.4.8. Vergleiche dazu auch die Angaben zu den einzelnen Lichtquellen unter Ziff. 3.1.

3.3 Zeitliche Gleichmässigkeit

3.3.1

Beim Betrieb mit Wechselstrom schwankt der Lichtstrom vor allem von Entladungslampen periodisch mit der doppelten Betriebsfrequenz. Beträgt diese Frequenz 50 Hz oder mehr, dann stören die Schwankungen bei der Betrachtung ruhender Gegenstände nicht. An periodisch bewegten oder rotierenden Gegenständen jedoch können bei bestimmten Geschwindigkeiten die

¹⁰⁾ Die oft benützte Bezeichnung «Neonröhre» für alle Arten von Leuchtröhren ist falsch und darf nur für Entladungslampen mit Neon als Füllgas verwendet werden.

¹¹⁾ Zu beachten ist, dass in der Praxis die Kombination verschiedener Lampenarten — oft in der gleichen Leuchte — als sogenanntes Mischlicht Verwendung findet. Solche Kombinationen bezwecken die Vereinigung unterschiedlicher Eigenschaften einzelner Lampenarten, wie z. B. Verbesserung der Lichtfarbe und der Lichtausbeute, Verringerung der Betriebskosten, Erhöhung der Betriebssicherheit usw.

Für eine befriedigende Wirkung des Mischlichtes ist es in der Regel notwendig, dass die Mischung der Lichtströme verschiedener Lampen in der gleichen Leuchte so erfolgt, dass an den beleuchteten Stellen die verschiedenen Lichtfarben möglichst wenig wahrnehmbar sind.

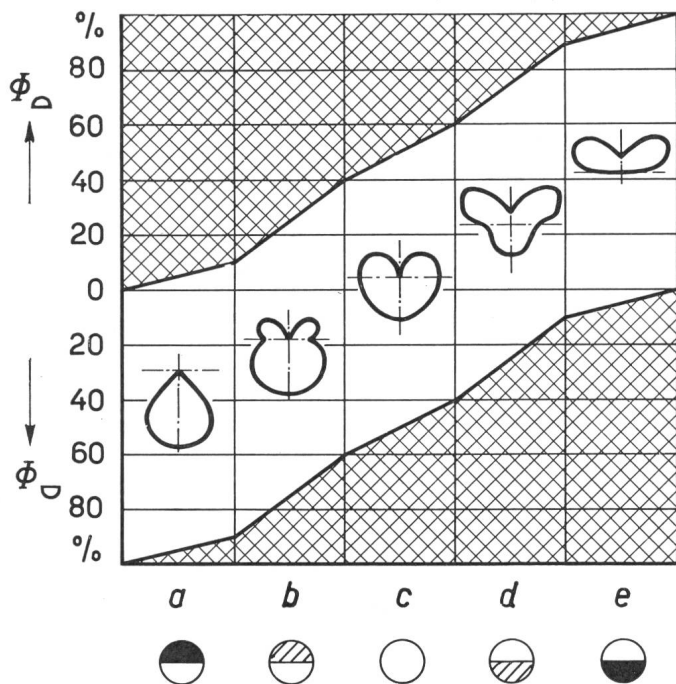


Fig. 3

Lichtverteilung verschiedener Leuchten

Einteilung der Leuchten entsprechend der Verteilung ihres Lichtstromes in den Raum unter- und oberhalb der Horizontalebene durch den Leuchten-Mittelpunkt. Die von der Lichtverteilungskurve umschlossene Fläche ist jedoch kein Mass für den ausgestrahlten Lichtstrom.

- a) Direkt strahlende Leuchte
 $90\% < \Phi_{\downarrow} < 100\%$
 $10\% > \Phi_{\uparrow} > 0\%$
- b) Vorwiegend direkt strahlende Leuchte
 $60\% < \Phi_{\downarrow} < 90\%$
 $40\% > \Phi_{\uparrow} > 10\%$
- c) Gleichförmig strahlende Leuchte
 $40\% < \Phi_{\downarrow} < 60\%$
 $60\% > \Phi_{\uparrow} > 40\%$
- d) Vorwiegend indirekt strahlende Leuchte
 $10\% < \Phi_{\downarrow} < 40\%$
 $90\% > \Phi_{\uparrow} > 60\%$
- e) Indirekt strahlende Leuchte
 $0\% > \Phi_{\downarrow} > 10\%$
 $100\% > \Phi_{\uparrow} > 90\%$

sogenannten stroboskopischen Erscheinungen auftreten. Diese sind mitunter störend oder gefährlich, weil sie falsche Bewegungsrichtungen und Geschwindigkeiten oder Stillstand vortäuschen.

3.3.2

Neben den Schwankungen des Lichtstroms kennt man bei Leuchtstoffentladungslampen und -röhren auch periodische Schwankungen der Lichtfarbe (Farbflimmern). Die Ursache liegt darin, dass die verschiedenen Leuchtstoffanteile in den einzelnen Farben ungleich stark und ungleich lang nachleuchten. Das Farbflimmern wirkt nur störend bei besonders feinen Sehauaufgaben, wie z. B. beim Arbeiten mit stark vergrößernden Lupen oder Mikroskopen (Uhrenindustrie).

3.3.3

Durch Wahl geeigneter Lampen oder durch schaltungstechnische Massnahmen können lästige Schwankungen des Lichtstroms oder der Lichtfarbe, die von der Netzfrequenz herrühren, in jedem Fall ausreichend unterdrückt oder geglättet werden.

3.4 Lichtfarbe und Beleuchtungsstärke

Es entspricht einer Eigentümlichkeit des menschlichen Empfindens, dass kalte Lichtfarben (Ziff. 1.4.10, Lit. a) bei ungenügender Beleuchtungsstärke unbehaglich wirken. Es ist daher zu empfehlen, bei geringen Beleuchtungsstärken keine Lichtquellen mit kalten Lichtfarben zu verwenden.

3.5 Beleuchtungsarten

Ausgehend vom Lichtstromanteil einer Beleuchtungsanlage, der direkt auf eine unterhalb der Leuchten liegende, unendlich ausgedehnte gedachte Horizontalebene geworfen wird, unterscheidet man fünf Beleuchtungs- bzw. Leuchtenarten (Fig. 3).

Für die zweckmässige Wahl der Beleuchtungsart siehe Ziff. 5.2.

4

Natürliche Beleuchtung

4.1

Allgemeines

4.1.1

Tageslicht im Freien

Das Sonnenlicht, das eine Stelle im Freien beleuchtet, setzt sich aus vier Anteilen zusammen:

- a) Licht, das auf direktem Weg von der Sonne herkommt,
- b) Licht, das in der Atmosphäre von Gasmolekülen gestreut wird und als blaues Himmelslicht einfällt,
- c) Licht, das an den kleinen Wassertropfchen der Wolken und des Nebels gestreut wird und als weisses Licht einfällt,
- d) Licht der Anteile a) bis c), das, bevor es an der betrachteten Stelle einfällt, auf der Erde selber, an Boden- oder Wasserflächen, an Pflanzen oder Gegenständen reflektiert worden ist.

4.1.2

Tageslicht in Innenräumen

In Innenräumen kommt zu den vier in Ziff. 4.1.1 erwähnten Anteilen als fünfter Anteil jenes Licht hinzu, das, bevor es an der betrachteten Stelle einfällt, von Decke, Boden, Wänden und den Gegenständen der Innenausstattung reflektiert worden ist.

4.2

Eigenschaften des Tageslichtes

4.2.1

Beleuchtungsstärke im Freien

Das Tageslicht weist sowohl in der spektralen Zusammensetzung als auch in der Beleuchtungsstärke grosse zeitliche und örtliche Unterschiede auf. Tabelle III gibt eine Übersicht über diese Beleuchtungsstärken für Orte mit freiem Horizont, die, wie in der Schweiz, zwischen dem 47. und 49. Grad nördlicher Breite liegen. Die Monatsmittel der Horizontalbeleuchtungsstärke bei gleichmässig bedecktem Himmel verlaufen annähernd nach den Kurven der Fig. 4.

Beleuchtungsstärken im Freien

Tabelle III

Tag	Stunde MEZ Δ	Sonnenstand Δ	Beleuchtungsstärke in lx				
			ganz klarer Himmel			gleichmässig bedeckter Himmel	
d	h	°	E_h	$E_v \max$	$E_v \min$	E_h	E_v
21. Dez.	09.40 12.30	10 19	11 000 35 000	8 000 11 000	1 700 3 000	2 500 9 000	1 000 4 000
21. März und 23. Sept.	07.30 12.30	10 42	11 000 78 000	8 500 13 000	1 800 4 500	4 500 18 000	2 000 7 000
21. Juni	05.40 12.30	10 66	11 000 95 000	9 000 14 000	1 800 5 000	5 000 20 000	2 000 8 000

Δ

Sonnenstand und Zeiten für Zürich gemäss Angaben der Eidg. Sternwarte

E_h Horizontal-Beleuchtungsstärke

E_v Vertikal-Beleuchtungsstärke

$E_v \max$ maximale Vertikal-Beleuchtungsstärke auf der der Sonne zugewandten Seite der Vertikalebene

$E_v \min$ minimale Vertikal-Beleuchtungsstärke auf der von der Sonne abgewandten Seite der Vertikalebene

4.2.2

Farbtemperaturen und Leuchtdichten

Für vier typische Fälle sind die Leuchtdichten und Farbtemperaturen in Tabelle IV zusammengestellt.

Farbtemperaturen und Leuchtdichten (angenäherte Werte)

Tabelle IV

	Farbtemperatur °K	Leuchtdichte cd/m ²
Sonne im Höchststand (klarer Himmel)	5 500	$1500 \cdot 10^6$
Sonne 10° über Horizont (klarer Himmel)	3 500	$300 \cdot 10^6$
Klarer Himmel, mittags	25 000	$1...100 \cdot 10^3$
Bedeckter Himmel, mittags	6 500	$1... 5 \cdot 10^3$

Den Berechnungen der Innenraum-Beleuchtung wird ein gleichmässig bedeckter Himmel zugrunde gelegt, der die in Fig. 5 angegebene Leuchtdichteverteilung aufweist. Eine recht gute Annäherung an diese Verteilung liegt vor, wenn der Himmel mit einer dichten Hochnebelschicht bedeckt ist.

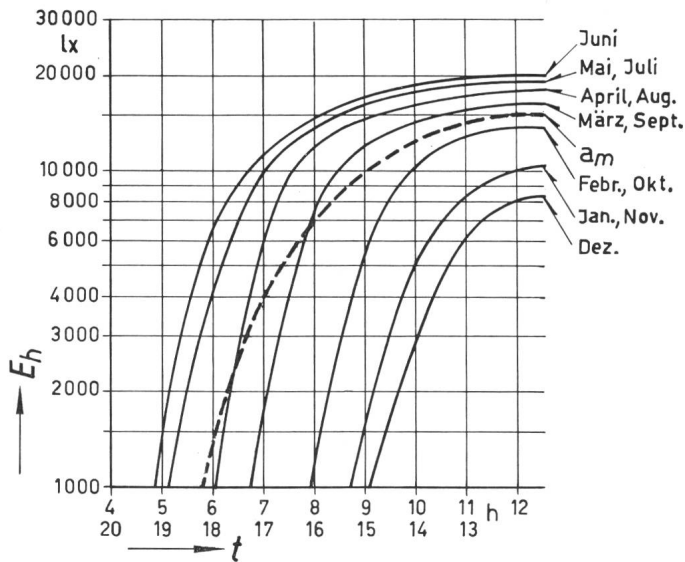


Fig. 4

Mittlere Horizontal-Beleuchtungsstärke im Freien bei gleichmässig bedecktem Himmel in Abhängigkeit von der Tageszeit

a_m Jahresmittel; E_h Horizontal-Beleuchtungsstärke; t mitteleuropäische Zeit für Bern. Für andere Schweizer Orte treten die abgelesenen Beleuchtungsstärken zeitlich etwas verschieden auf:

für Genf	6 Minuten später
für Zürich	4 Minuten früher
für Bellinzona	6 Minuten früher
für Rorschach	8 Minuten früher

4.3 Beleuchtung der Innenräume

4.3.1

Der besondere Wert einer guten natürlichen Beleuchtung liegt vor allem im günstigen Einfluss auf Wohlbefinden und Arbeitsfreude des Menschen. Dieser Einfluss wird verstärkt durch eine gute Verbindung mit der Aussenwelt, durch eine freie Sicht in die Umgebung und das damit zusammenhängende Erleben des Tagesablaufes und der Witterung mit ihren Lichtschwankungen.

4.3.2

Bei der Bemessung, Planung und Bewertung der natürlichen Beleuchtung ist folgendes zu beachten:

- Die Begrenzung des einfallenden Lichtes durch die der Beleuchtung dienenden Öffnungen, sowie die Lichtschwächung durch Verglasung und Blendschutzmittel (Storen usw.) beeinflussen die Innenraumbeleuchtung in entscheidender Weise.

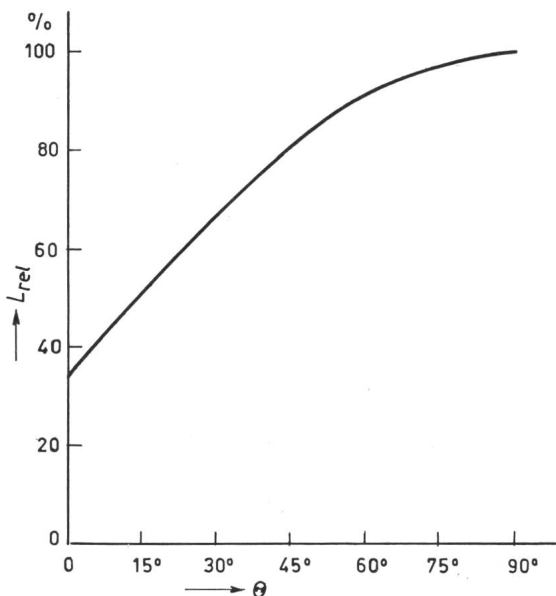


Fig. 5

Relative Leuchtdichte L_{rel} des «gleichmässig bedeckten Himmels» nach IBK in Abhängigkeit von der Höhe θ des betrachteten Himmelpunktes

$$L_{rel} = \frac{1 + 2 \sin \theta}{3} \cdot 100$$

- Nachbargebäude oder natürliche Hindernisse, die den Horizont überragen, können eine Schwächung oder Verstärkung der Helligkeit im Raume bewirken.
- Die Reflexionsverhältnisse im Raum haben einen beträchtlichen Einfluss auf die Helligkeit (Ziff. 4.1.2).
- Die spektrale Zusammensetzung des Lichtes ändert sich durch die Reflexion der Strahlung an Nachbargebäuden, an der Bepflanzung sowie an nicht unbunten (Ziff. 1.4.1, Al. 2) Decken, Wänden und Böden.

4.4 Tageslicht-Quotient

4.4.1 Definition des Tageslicht-Quotienten (TLQ)

$$TLQ = \frac{E_{hi}}{E_{ha}}$$

TLQ Tageslicht-Quotient

E_{hi} Horizontal-Beleuchtungsstärke im Innenraum in einem Punkt der Messebene, in der Regel 85 cm über Boden

E_{ha} Horizontal-Beleuchtungsstärke im Freien (aussen) bei vollem, ungeschirmtem aber gleichmässig bedecktem Himmel (Ziff. 4.2.2, Al. 2 und Fig. 4).

E_{hi} und E_{ha} beziehen sich auf den gleichen Zeitpunkt.

Der Tageslicht-Quotient wird häufig in Prozent angegeben. Er ist ein Mass für die Beleuchtungsstärke in einem Punkt der Messebene im Innern eines Raumes. Sind die Tageslicht-Quotienten einer genügenden Zahl von Punkten bekannt, so ist damit die relative Verteilung der Beleuchtungsstärke auf der Messebene gegeben.

4.4.2 Abhängigkeit des Tageslicht-Quotienten

Der Wert des Tageslicht-Quotienten an einer Stelle im Innern eines Raumes hängt ab vom Ort des Punktes in der Messebene, von der Lage, Grösse und Bauart der Öffnungen, durch welche Tageslicht einfallen kann, von der Umgebung des Gebäudes sowie von den Reflexionsverhältnissen im Raume.

In Räumen mit einseitiger Fensteranordnung erreichen die Tageslicht-Quotienten an fensternahen Stellen Werte bis zu 30 %, während sie an Punkten, die weit von den Fenstern entfernt sind, unter 1 % sinken können (Fig. 7).

4.4.3 Tageslicht-Quotient und Beleuchtungsstärke

Die natürliche Beleuchtungsstärke in einem bestimmten Punkt eines Innenraumes (E_{hi}) wird berechnet durch Multiplikation des für diesen Punkt gültigen Tageslicht-Quotienten mit der Horizontal-Beleuchtungsstärke im Freien (E_{ha} , Ziff. 4.4.1).

$$E_{hi} = TLQ \times E_{ha}$$

4.5 Wahl der Tageslicht-Quotienten

4.5.1 Beleuchtungsstärken

Die in Tabelle I empfohlenen Beleuchtungsstärken gelten sowohl für natürliche als auch für künstliche Beleuchtung. Für einen bestimmten Arbeitsplatz richtet sich die Wahl des Tageslicht-Quotienten nach dem Arbeitszeitanteil, für den ausschliesslich die natürliche Beleuchtung den in Tabelle I angegebenen Anforderungen genügen soll.

4.5.2 Tageslicht und künstliche Beleuchtung

Eine befriedigende Verwirklichung der in Tabelle I vorgeschlagenen Beleuchtungsstärken ist nicht möglich, ohne die Räume und Arbeitsplätze auch tagsüber wenigstens zeitweise mit künstlichem Licht zu beleuchten. Je höhere Tageslicht-Quotienten erreicht werden können, umso weniger lang braucht man die künstliche Beleuchtung zu benutzen. Normalerweise empfiehlt es sich, den Tageslicht-Quotienten so zu wählen, dass die jährlichen Arbeitszeiten bei rein natürlicher Beleuchtung und bei künstlicher Beleuchtung einander ungefähr gleich sind.

4.5.3 Hohe Tageslicht-Quotienten

Um eine Innenraum-Beleuchtung zu verwirklichen, die möglichst überall Tageslicht-Quotienten von über 10 % aufweist, sind grossflächige Lichteintrittsöffnungen unumgänglich. Diese grossen Öffnungen führen zu folgenden Schwierigkeiten:

- Die direkte Besonnung ergibt eine sehr starke Wärmeeinstrahlung und erfordert einen wirksamen Blendschutz.
- In der Heizperiode macht sich eine starke Wärmeausstrahlung geltend, der mit vermehrtem Heizaufwand und verbesserter Isolation begegnet werden muss.
- Stark erhitze oder abgekühlte Fenster führen zu störenden Strahlungs- und Luftzugerscheinungen.

4.5.4 Beispiele und Tabellen

In Tabelle V sind Tageslicht-Quotienten angegeben, die vorhanden sein müssen, damit an einem gleichmässig bedeckten Dezembertag während einer bestimmten Arbeitsdauer einzig mit Tageslicht eine Beleuchtungsstärke von 500 Lx erreicht wird.

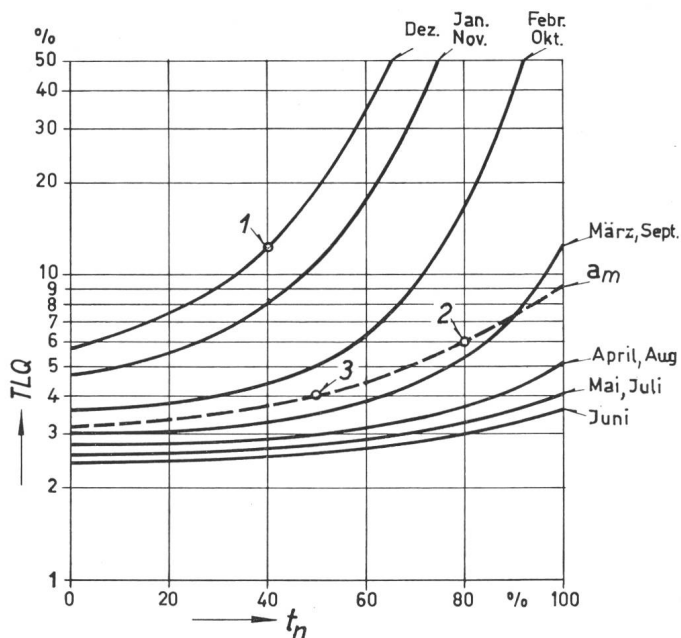


Fig. 6

Tageslicht-Quotient TLQ , der bei gleichmäßig bedecktem Himmel zur Erreichung einer Horizontal-Beleuchtungsstärke von $E_h = 500$ lx am Arbeitsplatz notwendig ist, in Abhängigkeit vom Verhältnis t_n der Arbeitszeit mit natürlicher Beleuchtung zur Gesamt-Arbeitszeit

Berechnet für eine Arbeitszeit von 9 Stunden/Tag (07.00...12.00 h und 13.00...17.00 h)

Für andere Beleuchtungsstärken E_h am Arbeitsplatz wird

$$TLQ = \frac{TLQ(500 \text{ lx}) \cdot E_h}{500}$$

Beispiele:

Punkt 1: Um im Dezember während 40 % der Arbeitszeit über 500 lx Tagesbeleuchtung zur Verfügung zu haben, muss der TLQ ca. 12 % betragen.

Punkt 2: Um im Jahresmittel während 80 % der Arbeitszeit ein Niveau von 500 lx Tagesbeleuchtung zu besitzen, muss der TLQ 6 % betragen.

Punkt 3: Ein Arbeitsplatz mit 4 % TLQ ist im Jahresmittel während 50 % der Arbeitszeit mit über 500 lx Tageslicht beleuchtet.

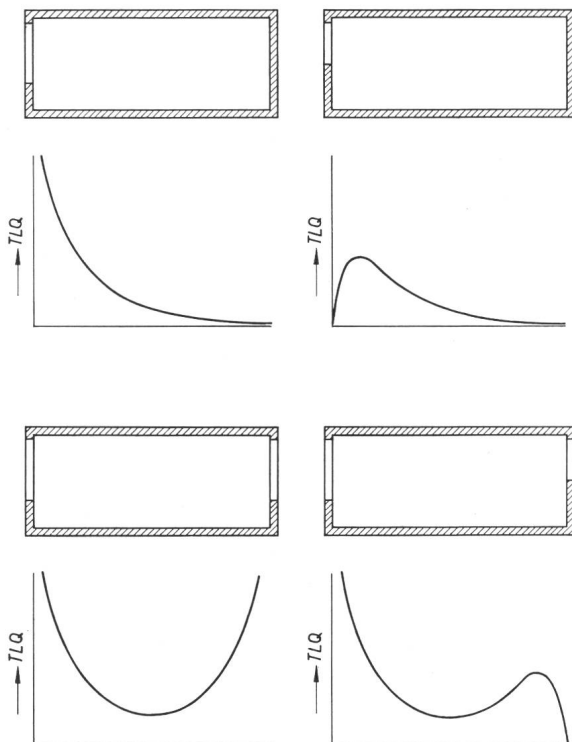


Fig. 7

Charakteristischer Verlauf des Tageslicht-Quotienten TLQ für verschiedene Arten von Fenstern

Fig. 6 orientiert allgemein über die Tageslicht-Quotienten, die erforderlich sind, um während 0...100 % der Normalarbeitszeit eine Tageslichtbeleuchtung mit einer Beleuchtungsstärke von über 500 Lux zu erzielen. Die Werte gelten für gleichmäßig bedeckte Tage, und sie können für jeden Monat herausgelesen werden.

Die Fig. 7 und 8 zeigen den prinzipiellen Verlauf des Tageslicht-Quotienten in Räumen mit verschiedenen Lichteintrittsöffnungen.

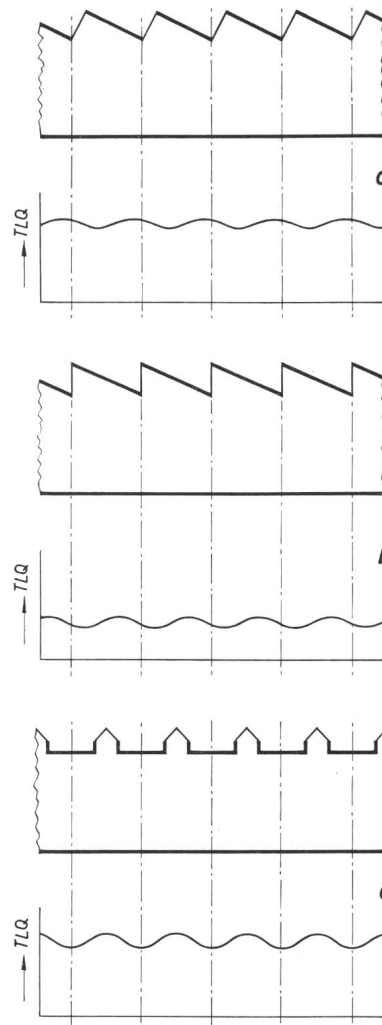


Fig. 8

Charakteristischer Verlauf des Tageslicht-Quotienten TLQ für verschiedene Arten von Oberlichtern

a Schrägheds mit um 30° zur Senkrechten geneigten Verglasung

b Sheds mit senkrechter Verglasung

c Sattel-Oberlichter mit um 45° zur Senkrechten geneigten Verglasung

Aussenbeleuchtung und Tageslicht-Quotient TLQ an einem gleichmäßig bedeckten Dezembertag bei einer Arbeitszeit von 07.00...12.00 h und 13.00...17.00 h, Anforderung: 500 lx Horizontal-Beleuchtungsstärke

Tabelle V

Vorhandene Aussenbeleuchtung			Benützungsdauer h	TLQ %
Beleuchtungsstärke lx	Tageszeit	Dauer h		
höher als				
8400	um 12.00	1	0	6
7500	11.00...13.00	2	1	6,6
6500	10.30...13.30	3	2	7,5
5000	10.00...14.00	4	3	10
3500	09.30...14.30	5	4	14,5
2000	09.00...15.00	6	5	25

Beispiel: Für eine 2-stündige Arbeitsdauer mit Tageslicht allein von über 500 lx ist ein TLQ von 7,5 % erforderlich, für 5 Arbeitsstunden mit über 500 lx Tagesbeleuchtung wäre ein TLQ von 25 % notwendig.

4.5.5 Modellversuche

Wenn die Berechnung der Tageslicht-Quotienten sehr mühsam oder unsicher wird und ihre Kenntnis für die Bestimmung der Erstellungs- und Betriebskosten eines Bauprojektes unentbehrlich ist, können Versuche mit Modellen im Maßstab 1 : 5 bis 1 : 25 zum Ziele führen. Zur Ermittlung von Tageslicht-Quotienten mit Hilfe von Modellen wende man sich an einen Fachmann.

Entwurf von Beleuchtungsanlagen

5.1 Allgemeine Regeln

5.1.1

Die Anlage soll der Beleuchtungsaufgabe angepasst und zweckmässig sein. Sie muss mühelos und sicher benützt werden können.

5.1.2

Installationen für künstliche Beleuchtung müssen den einschlägigen Verordnungen des Bundes, den Vorschriften und Regeln des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV) und den feuerpolizeilichen Vorschriften genügen.

5.1.3

Die Leuchten und ihr Zubehör müssen den Sicherheitsvorschriften des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV) entsprechen.

5.1.4

Beim Entwurf von Anlagen für natürliche Beleuchtung sind die geltenden Bauvorschriften zu beachten.

5.1.5

Die Beleuchtungs-Projektierung, sowohl für die natürliche als auch für die künstliche Beleuchtung, soll so frühzeitig einsetzen, dass auf die Gestaltung der Bauten Einfluss genommen werden kann.

5.2 Entwurf von Beleuchtungsanlagen für Innenräume

5.2.1

Für die Projektierung der Beleuchtung von Innenräumen sind die nachstehenden Angaben und Unterlagen erforderlich:

- a) *Zweckbestimmung der Räume*,
- b) *Baupläne der Räume* mit Angabe von Eingängen, Fenstern, Oberlichtern und Treppen,
- c) *Ausstattung der Räume* mit Lage und Grösse von festen und beweglichen Einrichtungsgegenständen und Installationen, wie Kräne, Aufzüge, Transmissionen, Rohre und Schächte von Heizungs- und Lüftungsanlagen, Maschinen, Arbeitstischen usw.,
- d) *Oberflächenbeschaffenheit*, insbesondere Reflexionsgrade von Decken, Wänden und grösseren Einrichtungsgegenständen,
- e) *Bedingungen am Arbeitsplatz* wie Standort des Arbeitenden, Grösse, Farbe und Reflexionsgrade des Arbeitsgutes, Art und Feinheit der Sehaufgabe, Anforderungen an Lichtfarbe, Arbeitsplatzbeleuchtung,
- f) *besondere Gefahrenquellen* wie Gruben, Stufen, Schwellen usw.,
- g) *besondere Betriebsverhältnisse* wie Verstaubung, Verschmutzung, Feuchtigkeit, Korrosion, Erschütterung, mechanische Gefährdung, Feuer- und Explosionsgefahr,
- h) *Energieversorgung*: Stromart, Spannung, Frequenz sowie Spannungsschwankungen und Störungen in der Energieversorgung,
- i) *Energietarife*,
- k) *Arbeitszeiten*.

Für die Berechnung der natürlichen Beleuchtung müssen zusätzlich folgende Angaben vorliegen:

- l) Art der Verglasung von Fenstern und Oberlichtern mit Angabe der Lichtdurchlassgrade,
- m) Lage, Grösse und Beschaffenheit der umgebenden Häuser, Mauern, Bäume, Bodenerhebungen usw.

5.2.2

Bei der Projektierung wird zuerst die Beleuchtungsstärke nach der Art der Arbeit festgelegt (Ziff. 2.1). Für die künstliche Beleuchtung erfolgt anschliessend die Wahl zwischen reiner Allgemeinbeleuchtung und Allgemeinbeleuchtung mit zusätzlicher Arbeitsplatzbeleuchtung (Ziff. 2.1.5), für die natürliche Beleuchtung die Festlegung des Tageslicht-Quotienten (Ziff. 4.5).

5.2.3

Für die Wahl der künstlichen Lichtquellen sind vor allem die Anforderungen an die Lichtfarbe und an die zeitliche Gleichmässigkeit entscheidend (Ziff. 3.2 bis 3.5). Daneben sind die Anforderungen an Betrieb und Unterhalt zu berücksichtigen (Ziff. 6).

5.2.4

Art und Verteilung der Leuchten sind je nach dem gewünschten Schattigkeitsgrad, der Rücksicht auf Blendung und den An-

sprüchen an die Schönheit der Anlage zu wählen. Leuchten für direkte Beleuchtung erzeugen mit kolbenförmigen Lampen harte, mit röhrenförmigen Lampen je nach Montagerichtung etwas weichere Schatten. Wünscht man sehr weiche Schatten, dann sind unabhängig von der Lampenart Leuchten für indirekte Beleuchtung zu wählen. Bei kombinierter, d. h. vorwiegend direkter, gleichförmiger oder vorwiegend indirekter Beleuchtung, werden die Schatten um so weicher, je grösser der indirekte Anteil des Lichtstromes ist.

Leuchten mit grosser leuchtender Oberfläche, leuchtende Decken und mässig unterbrochene Reihen von röhrenförmigen Lichtquellen verhalten sich bezüglich Schattigkeit wie eine vorwiegend-indirekte oder indirekte Beleuchtung. Bei Leuchtenreihen mit röhrenförmigen Lichtquellen ist der Grad der Schattigkeit richtungsabhängig.

Für Räume mit im Verhältnis zur Grundfläche grosser Höhe eignet sich am besten die direkte Beleuchtung mit kolbenförmigen Lichtquellen. Ausgenommen von dieser Regel sind jene Fälle, wo neben der Horizontalbeleuchtungsstärke auch auf eine gute Vertikalbeleuchtungsstärke Wert gelegt werden muss, wie z. B. in der Grossmontage. Im allgemeinen empfiehlt es sich, eher eine geringere Anzahl von grossen Leuchten mit starker Bestückung zu wählen, als eine grosse Anzahl kleinerer Leuchten. Neben einer Verbesserung des Anlage-Wirkungsgrades ergibt sich dadurch eine Senkung der Lampenersatz-Kosten. Dabei ist allerdings auf eine genügende Gleichmässigkeit der Beleuchtung zu achten (Ziff. 2.1.3, Lit. c).

5.2.5

Helle Decken und Wände erhöhen die Wirtschaftlichkeit der Beleuchtungsanlage und helfen mit, die Blendung zu vermeiden. Auch helle Böden wirken in diesem Sinne. Werden sie indessen zu hell gewählt, so können sie die Behaglichkeit des Raumes beeinträchtigen.

5.2.6

Direkt und vorwiegend direkt strahlende Leuchten können in hellen Räumen ziemlich hoch aufgehängt werden. Dadurch wird die Gleichmässigkeit der Beleuchtung und die Blendungsgefahr verringert. Indirekt oder vorwiegend indirekt strahlende Leuchten sollen die Decke möglichst gleichmässig beleuchten. Dies erfordert einen angemessenen Abstand zwischen Decke und Leuchten.

5.2.7

Fenster und Oberlichter sind mit lichtstreuender Verglasung oder Blendschutzmitteln zu versehen, damit störendes Sonnenlicht ferngehalten und zu starkes Tageslicht reduziert werden kann. Die Blendschutzmittel werden nach Möglichkeit so gewählt, dass sie beim Einsatz der künstlichen Beleuchtung gleichzeitig auf die Fenster fallende Licht in den Raum zu reflektieren vermögen.

5.3 Entwurf von Beleuchtungsanlagen im Freien

5.3.1

Für die Projektierung von Aussenbeleuchtungen sind die nachstehenden Angaben und Unterlagen erforderlich:

- a) *Zweckbestimmung der Anlagen*,
- b) *Situationsplan der Anlagen* mit Grundriss und — falls erforderlich — Profilen,
- c) *Umgebung* mit Lage und Grösse von Häusern, Mauern, Bäumen, Masten, Gerüsten, Kränen usw.,
- d) *Oberflächenbeschaffenheit*, besonders des Bodens (Belegungsmaterial, Zustand),
- e) *besondere Arbeits- und Verkehrsbedingungen*,
- f) *besondere Gefahrenquellen* wie Gruben, Stufen, Schwellen, Randsteine usw.,
- g) *Energieversorgung*: Stromart, Spannung, Frequenz sowie Spannungsschwankungen und Störungen in der Energieversorgung,
- h) *Energietarife*,
- i) *Arbeits- und Benützungszeiten*.

5.3.2

Anlagen für Aussenbeleuchtung dürfen den Verkehr auf angrenzenden Strassen und Plätzen, insbesondere aber das Erkennen von Signallichtern und von beleuchteten Signalen nicht beeinträchtigen. Von Lichtreklamen und Schaufensterbeleuchtungen darf keine verkehrsstörende Wirkung ausgehen.

5.3.3

Der Entwurf von Beleuchtungsanlagen für Strassen und Plätze hat nach den Leitsätzen für öffentliche Beleuchtung¹²⁾ zu erfolgen.

6

Betrieb und Unterhalt

6.1

Betriebssicherheit

Beleuchtungsanlagen müssen dauernd betriebssicher sein. Dazu ist eine gute Überwachung nötig. In besonderen Fällen ist eine Notbeleuchtung vorzusehen, wie sie durch die Vorschriften

Fortsetzung auf Seite 718

Anforderungen an das Sehen	sehr gering bis gering	mässig	mittel	erhöht	hoch	sehr hoch
Beleuchtungsstärke in lx	20 60 120	120 175 250	250 350 500	500 700 1000	1000 1500 2000	2000 bis 10000
1. Allgemeine Räume, Lager- und Verkehrszonen usw.						
Verkehrszonen	Korridore, Durchgänge, Treppenhäuser, Aufzüge ◀Höfe, ◀Parkplätze, ◀Einstellräume ◀f. Fahrzeuge, ◀Fahrradständer Ein- und Ausfahrten ▶▶	1) Korridore, Durchgänge, Treppenhäuser, Aufzüge ◀Eingänge, ◀Eingangshallen, ◀Vestibüle Warteräume ▶				
Sanitäre Einrichtungen	Aborte ▶	Bäder, Duschen, Wasch- und Garderobenräume, Putzräume	Sanitätszimmer			
Warenlager und Spedition	◀Lager- und ◀Stapelplätze im ◀Freien Lagerräume für grosse Waren ohne Personal Verlade- ▶ rampen ▶▶	Lagerräume für grosse Waren mit Personal und kleine Waren ohne Personal Verpackung und Spedition grosser Waren	Lagerräume für kleine Waren mit Personal Verpackung und Spedition kleiner Waren			
Technische Einrichtungen		Heiz-, Kessel- und Ventilatorräume Vorräume von Kühlräumen, Silos	Verteilstationen für Energie, Wasser, Luft usw. Telephonzentralen (Wählerräume)	Ablesen von Mess- und Kontroll- instrumenten Telephonzentralen (Vermittlerräume) Prüfstände, Prüfräume, Kommandoräume		
Arbeitsplätze			Portierlogen	dauernd besetzte Schreibplätze		
2. Industrie, Gewerbe und Landwirtschaft						
2.1 Herstellung von Nahrungs- und Genussmitteln, Getränken						
Back- und Konditoreiwaren			◀Teig aufbereiten ◀Backen Packen und Abfüllen von Hand ◀Geschirr und ◀Geräte reinigen	Garnieren und Verzieren		
Mahlprodukte		Rohmaterial putzen Sichten	Mahlen Absacken, Abwägen			
Fleisch- und Wurstwaren	Räuchern	Schlachten ▶	Ausbeinen Würsten ◀Kochen von ◀Würstwaren und ◀Konserven ◀Geschirr und ◀Geräte reinigen	Traiteurarbeiten		

1) bei Anpassung an benachbarte Räume mit erhöhter oder hoher Beleuchtungsstärke

Anforderungen an das Sehen	sehr gering bis gering			mässig			mittel			erhöht			hoch			sehr hoch
Beleuchtungsstärke in lx	20	60	120	120	175	250	250	350	500	500	700	1000	1000	1500	2000	2000 bis 10000
2.1 Herstellung von Nahrungs- und Genussmitteln, Getränken (Fortsetzung)																
Milchprodukte Speiseöle Speisefette Glacen und dgl.							◀Milchpulver- fabrikation									
							◀Buttern									
							Käse- und Schachtelkäse- fabrikation	▶								
							◀Fettschmelzen									
							◀Mischen									
							◀Sterilisieren									
							Abfüllen									
							◀maschinelles									
							◀Packen									
							Packen von Hand	▶								
							◀Kannen, Flaschen und Geschirr									
							◀reinigen									
							Flaschenkontrolle	▶								
Kaffeerösterei Kaffeezusätze und dgl.				Rohmaterial putzen			Absacken									
				Rösten	▶		Abwägen	▶								
				Koffeinentzug			◀maschinelles									
							◀Packen									
							Packen von Hand	▶								
Getränke: Obst- und Fruchtsäfte, Limonaden, Mineralwasser und dgl. Liköre				Sirupküche	▶		◀Obst, Früchte und Beeren waschen									
							◀Pressen,									
							◀Sterilisieren									
							◀Flaschen waschen									
							Flaschenkontrolle	▶								
							Flaschen abfüllen	▶								
							Etikettieren	▶								
Bier	Kühlhaus Gärkeller						Mälzerei									
							Sudhaus									
							◀Filtrieranlage									
							Picherei									
							Fassgeschäft									
							Flaschengeschäft	▶								
							◀Flaschen waschen									
							Flaschenkontrolle	▶								
							Etikettieren									
Wein	Keller			Pressen	▶		◀Flaschen waschen									
							Flaschenkontrolle	▶								
							Abfüllen									
							Etikettieren									
Schokolade und Zuckerwaren				Rohmaterial reinigen	▶		◀Masseaufbereitung						Garnieren und Verzieren			
							◀Fertigwaren- fabrikation	▶								
							Abwägen	▶								
							◀maschinelles									
							◀Einwickeln						Einwickeln von Hand			
							Geschirr und Geräte waschen									
Tabak- und Rauchwaren	Trocknen						◀Entrippen,						Sortieren	▶		
							◀Schneiden						Mischen			
							maschinelle	▶					Handfabrikation			
							Zigaretten und Stumpenfabri- kation	▶								
							Abfüllen und Verpacken von Hand	▶								

Anforderungen an das Sehen	sehr gering bis gering			mässig			mittel			erhöht			hoch			sehr hoch	
Beleuchtungsstärke in lx	20	60	120	120	175	250	250	350	500	500	700	1000	1000	1500	2000	2000 bis 10000	
2.2 Textil-, Bekleidungs- und Wäscheindustrie																	
Spinnerei				Vorwerke			Spinnen grober Garne			Spinnen feiner Garne							
Zwirnerei							Zwirnen grober Garne			Zwirnen feiner Garne							
Winderei, Spulerei							Winden, Spulen heller oder grober Garne			Winden, Spulen dunkler oder feiner Garne			Winden, Spulen dunkler und feiner Garne				
Zettlerei							Zetteln heller oder grober Garne			Zetteln dunkler oder feiner Garne			Zetteln dunkler und feiner Garne				
Weberei				Karten schlagen ▶▶			Einziehen, Anknüpfen, Weben heller oder grober Stoffe ▶▶▶▶			Einziehen, Anknüpfen, Weben dunkler oder feiner Stoffe Muster zeichnen Muster machen Maschinen einrichten			Einziehen, Anknüpfen, Weben dunkler oder feiner Stoffe Stoffkontrolle				
Ausrüsterei, Färberei Stoffdruckerei	Trocknen			Bleichen, Färben, Imprägnieren Strecken, Kalandrieren, Scheren			Maschinen einrichten ▶▶			Muster zeichnen Stoffdrucken			Farbmischen, Farbvergleichen ¹⁾				
Stickerei Strickerei							maschinelles Sticken, Stricken heller oder grober Artikel ▶▶▶▶			maschinelles Sticken, Stricken dunkler oder feiner Artikel Muster zeichnen † Maschinen einrichten			maschinelles Sticken, Stricken dunkler und feiner Artikel Handsticken, Handstricken			Mono-gramm- und Feinsticken	
Wirkwaren Strumpf- und Sockenfabrikation							Wirken heller oder grober Artikel ▶▶▶ ◀Dämpfen, Formen			Wirken dunkler oder feiner Artikel Maschinen einrichten			Wirken dunkler und feiner Artikel Maschen aufnehmen				
Kleider- und Wäsche-fabrikation				Dämpfen, Maschinen-bügeln ▶▶▶			Zuschneiden Nähen heller oder grober Stoffe Handbügeln ▶▶▶▶			Nähen dunkler oder feiner Stoffe ▶▶▶▶ Flecken entfernen Stückkontrolle ▶			Nähen dunkler und feiner Stoffe ▶▶▶▶			Kunst-stopfen	
2.3 Holz- und Möbelindustrie																	
Sägerei	◀Verswellen ◀Dämpfen			Maschinenarbeit ▶			Werkzeugschärfen										
Zimmerei				Maschinenarbeit ▶			Handarbeit Aufreissen Werkzeugschärfen										

1) siehe Ziff. 1.4, Farbwahrnehmung

Anforderungen an das Sehen	sehr gering bis gering	mässig	mittel	erhöht	hoch	sehr hoch
Beleuchtungsstärke in lx	20 60 120	120 175 250	250 350 500	500 700 1000	1000 1500 2000	2000 bis 10000
2.3 Holz- und Möbelindustrie (Fortsetzung)						
Schreinerei, Drechslerei, Schnitzerei	◀Holz trocknen	Maschinenarbeit ▶ maschinelles Lackieren, Tauchlackieren ▶▶▶	Bankarbeit Leimen, Furnieren Zusammenbau, Fertigmachen ▶ Modellbau ▶ Polsterarbeiten, Glaserarbeiten ▶ Malen ▶ Werkzeug schärfen ▶	Schnitzen Schleifen Bleichen, Beizen, Mattieren, Patinieren, Polieren Lack- und Farbspritzen	Feinschnitzen Intarsienarbeiten	
Wagnerei, Kuferei	◀Verschwellen	Maschinenarbeit ▶	Handarbeit Reifen aufziehen			
2.4 Papierfabrikation, Papierwaren, Buchbinderei, Kartonage, Graphische Branche						
Papierfabrikation		Entrinden, Hacken ▶▶▶ Holzschliff, Kollergang ▶▶▶ Holländer ▶▶▶ Bleichen, Kalandrieren ▶▶▶	Papiermaschine Zuschneiden	Kontrollarbeiten Sortieren		
Papierwaren, Kartonage, Buchbinderei		Leimküche ▶▶▶ Maschinenarbeit ▶▶▶	Handarbeit	Linieren, Ausrüsten		
Druckerei		Umschmelzen ▶ Photoreproduktion	Typengiessen Stereotypie ▶ Galvanoplastik ▶ Rotationsdruck schwarz und weiss ▶▶ Tapetendruck ▶	Cliché-Fabrikation ▶▶ Ätzen ▶ Hand- und Maschinensatz ▶▶ Umdruck ▶ Farbdruck ▶ Zurichten und Nachschneiden ▶▶	Gravieren ▶▶ Farbmischen und Farbvergleichen ¹⁾ ▶▶▶ Andrucken ▶▶ Litographie ▶ Retouche ▶	Stahl- und Kupferstechen
2.5 Fabrikation von Leder, Lederwaren, Kautschuk, Plastikwaren						
Leder und Lederwaren, Kautschukartikel	◀Häute trocknen	Entfleischen, Salzen ▶▶▶ Schleifen und Walken der Häute ▶▶▶ Arbeit an Bottichen und Gruben ▶▶▶ Bleichen, Färben ▶▶▶	Schaben, Spalten, Ausputzen ▶ Kalandrieren ▶ Stanzen, Kleben, Nieten ▶▶ Nähen heller Ware ▶▶	Zuschneiden Lack- und Farbspritzen Nähen dunkler Ware ▶ Kontrollarbeiten ▶	Farbmischen, Farbvergleichen ¹⁾	
Plastikwaren		Mischen	Pressen			
¹⁾ siehe Ziff. 1.4, Farbwahrnehmung						

Anforderungen an das Sehen	sehr gering bis gering	mässig	mittel	erhöht	hoch	sehr hoch
Beleuchtungsstärke in lx	20 60 120	120 175 250	250 350 500	500 700 1000	1000 1500 2000	2000 bis 10000
2.6 Chemische Industrie						
	Anlagen im Freien ▶	Maschinen- und Apparateräume Filteranlagen	grobe Laborarbeiten Abwägen ▶ Tablettieren, ▶ Konfektionieren ▶ Abfüllen, ▶ Verpacken, ▶ Etikettieren ▶	feine Laborarbeiten Kontrollarbeiten	Farbmischen, Farbvergleichen ¹⁾	
2.7 Fabrikation technischer Öle und Fette, Seifen, Kerzen und dgl.						
Fette und Öle		Schmelzen, Kochen, Mischen ▶	Abfüllen Etikettieren ▶			
Seifen und Seifenprodukte		Siederei ▶ Zerstäuberanlage ▶	Konfektionieren, Abfüllen, Verpacken			
Kerzen und Wachsprodukte		Schmelzen ▶	Kerzen herstellen und ablaugen	verzieren		
2.8 Farbenfabrikation						
		Leinölkochen ▶ Reiben, Mischen ▶ Gebinde, Geschirr und Geräte reinigen ▶	Abfüllen Etikettieren ▶	Farbvergleichen ¹⁾ ▶		
2.9 Industrie der Steine und Erden, Glas und Glaswaren						
Zement		Stein- und Rohmehlaufbereitung Arbeit am Drehofen Zementmühle	Arbeit am Schachtofen Absacken, Abwägen			
Zementwaren, Kalk- und Sandsteine	◀Steintrocknerei ◀(Aushärterei)	Materialaufbereitung Maschinenarbeit Eisen zuschneiden und biegen	Schalungsbau Handarbeit	Schleifen von Platten und dgl.		
Ziegel, Backsteine, Tonwaren Steingut, Porzellan und dgl.	Trocknerei	Materialaufbereitung Pressen Arbeit am Ofen	Formen Einzementieren Malen ▶	Schleifen	Verzieren, Handmalen	
Glas und Glaswaren		Materialaufbereitung Ofenhalle Glasblasen Glühen	Malen ▶	Schleifen, Polieren, Ätzen ▶ Herstellen von Glasinstrumenten ▶ Sortieren, Kontrollarbeiten ▶	Verzieren, Handmalen	
1) siehe Ziff. 1.4, Farbwahrnehmung						

Anforderungen an das Sehen	sehr gering bis gering			mässig			mittel			erhöht			hoch			sehr hoch		
Beleuchtungsstärke in lx	20	60	120	120	175	250	250	350	500	500	700	1000	1000	1500	2000	2000 bis 10000		
2.9 Industrie der Steine und Erden, Glas und Glaswaren (Fortsetzung)																		
Steinbearbeitung, synthetische Steine				Steinbearbeitung von Hand Steinsäge Brennen synthetischer Steine			Bildhauerarbeiten			Steinschleifen			Bohren und Schleifen von synthetischen und Edelsteinen					
2.10 Herstellung und Bearbeitung von Metallen, Maschinen, Apparaten, Instrumenten																		
Giessen, Walzen, Ziehen	Sandaufbereitung			Giessen grosser Formen Gussputzen grosser Stücke Sandstrahlen Grobwalzen Ziehen grober Drähte Formkasten reinigen Auspacken			◀Giessen kleiner Formen ◀Gussputzen kleiner Stücke ◀Spritzguss Walzen feiner Bleche ◀Walzen und Ziehen mittlerer Profile ◀Formen von Hand und mit Maschinen Kernmacherei Gusskontrolle			◀Ziehen feiner Drähte feine Handformarbeit Blech- und Drahtkontrolle Laboratorium								
Maschinenbau	Schmieden am Amboss und Gesenk ▶▶▶			Pressen ▶ Schruppen Nieten ▶ Grobspenglerei Spenglerei ▶ Grobschlosserei Schlosserei ▶ Grossmontage ▶			Drehen, Bohren ▶ Fräsen, Hobeln ▶ Stanzen ▶ Werkbankarbeiten ▶ Schweissen ▶ Löten ▶			Anreissen Einrichten von Werkzeugmaschinen Werkzeug- und Vorrichtungsbau Schleifen Schaben ▶ Verdrahten Arbeitsunterlagen lesen			feinmechan. Arbeiten Kleinmontage Prüfen, Kontrollieren					
Bau von Apparaten, Instrumenten und Uhren				Kabel- und Drahtfabrikation ▶▶ Wickeln grosser Spulen ▶▶ Imprägnieren von Spulen Grobmontage			Wickeln mittlerer Spulen ▶ Mittelmontage: Schalter, Kleinmotoren, Transformatoren ▶▶▶ Schalttafelbau Versuchswerkstatt ▶▶			Wickeln feiner Spulen Feinmontage: Telephone, Radioapp. Schreibmaschinen ▶▶▶			Montage von Instrumenten und Uhren ▶▶ Justieren, Prüfen ▶▶					
Oberflächenbehandlung				Reinigungs- und Beizbäder ▶ galvanische Bäder Feuerverzinken Sandstrahlen			Malen Tauchen			Farbspritzen Polieren			Farbmischen					
Schilderfabrikation				Verputzen, Prägen ▶▶						Ätzen ▶			Gravieren, Arbeit mit dem Stichel					

Anforderungen an das Sehen	sehr gering bis gering			mässig			mittel			erhöht			hoch		sehr hoch	
Beleuchtungsstärke in lx	20	60	120	120	175	250	250	350	500	500	700	1000	1000	1500	2000	2000 bis 10000
2.11 Energieerzeugung und Versorgung																
Dampf				Förder- und Transportier- anlagen Kesselhäuser, Ofenhäuser			◀Schieberräume, ◀Verteilbatterien			Kommandorräume						
Gas	Freiluftanlagen			Förder- und Transportanlagen Brechanlagen Ofenhalle Kompressoren- räume Rohrkeller			◀Schieberräume, ◀Verteilbatterien			Kommandorräume						
Elektrizität	Freiluftanlagen			◀Batterieräume ◀Kabelkeller			◀Maschinensäle Schalt- und Appa- rateräume Revisionsplätze			Kommandorräume						
Wasser				Pumpenhäuser ohne Personal Rohrkeller			◀Maschinensäle ◀Schieberräume, ◀Verteilbatterien			Kommandorräume						
2.12 Handwerk und Gewerbe																
Werkstätten und Ateliers							Tapezierer-, Polster- und Sattlerarbeiten Taschen machen Fahrradrepara- turen Blumenbinderei Seilerei Photolabor gewöhnliche Malerarbeiten Bildhauerarbeiten			Gravier- und Stempelatelier ▶ Cliché- fabrikation ▶ Schilder- fabrikation ▶ Messerschmied Schuhmacher Schneideratelier ▶ Photoatelier ▶ Farbspritzen Kunstgewerbe, Glasmosaik		Uhrenreparatur Zuschneiden und Nähen von Pelzen Schriften- und Dekorations- malerei Kunstmaler- atelier		Gold-, Silber- und Bijouterie- arbeiten Optiker- arbeiten		
Motorfahrzeug- reparaturen Tankstellen				Batterieladeräume Tankstellen			Spenglerei Werkstätten Werkbänke ▶ Wasch- und Schmierboxen Ersatzteillager			Lenkgeometrie kontrollieren Farbspritzen						
Körper- und Schönheits- pflege							Herren-Coiffeur			Damen-Coiffeur Kosmetik		◀Hand- und ◀Fusspflege				
2.13 Landwirtschaft																
Verkehrszonen	◀Höfe, Plätze Abladen im Freien ◀Aussentränken, ◀Düngerrampen			◀überdeckte ◀Abladestellen, ◀Futtertennen, ◀Mehrzweckhallen, ◀Umgebung von ◀Silos												

Anforderungen an das Sehen	sehr gering bis gering			mässig			mittel			erhöht			hoch			sehr hoch
Beleuchtungsstärke in lx	20	60	120	120	175	250	250	350	500	500	700	1000	1000	1500	2000	2000 bis 10000
2.13 Landwirtschaft																
Lagerräume	◀Heu, Stroh ◀und andere ◀Futtermittel			Bedienungsstellen an Silos und Einfüllschächten			Sortieren von Obst und Kartoffeln, Herrichten von Gemüse									
Lagerkeller	◀Rüben, ◀Kartoffeln ◀Obst, Gemüse															
Maschinen und Geräte	Einstellräume für Maschinen, Geräte und Fahrzeuge ▶▶															

¹⁾ Die Beleuchtungsstärke der Verkehrszonen ist den angrenzenden Auslagen anzupassen. Sie kann in der Regel um eine Stufe geringer gewählt werden als bei den Auslagen.

Anforderungen an das Sehen	sehr gering bis gering			mässig			mittel			erhöht			hoch			sehr hoch
Beleuchtungsstärke in lx	20	60	120	120	175	250	250	350	500	500	700	1000	1000	1500	2000	2000 bis 10000
4. Verkauf (Fortsetzung)																
– Bekleidung, Textilien usw.										Schuhe, Lederwaren Hüte Merceriewaren Pelze	► ► ►		Kleider, Wäsche, Textilien			
– Gebrauchsgegenstände, Schmuck usw.							Haushaltartikel, Eisenwaren, Werkzeuge	► ► ►	◄Papeteriewaren ◄Sportartikel Bücher, Bilder Musikinstrumente	◄Photoartikel ◄Kristallwaren ◄Keramik, Porzellan, Glaswaren ◄Brillen, optische Instrumente					Uhren Gold- und Silberwaren Schmuck	
– Verschiedenes				Reservelager			Möbel			Teppiche Maschinenbestandteile, Apparate Autozubehör Blumen	►					
Schaufenster und Vitrinen ¹⁾							allgemeine Ankündigungen von Geschäften wie z. B. einer Wäscherei grosse Objekte und einfache Auslagen wie z. B. Blechwaren		Allgemeinschaufenster für – Lebensmittel – Obst, Gemüse – Bücher, Bilder – Möbel, Teppiche usw. Vitrinen mit kleiner Ausstellungstiefe auf Augenhöhe	Schaufenster für Objekte, die nach ihrem Aussehen verkauft werden, wie – Kleider – Hüte – Schuhe – Instrumente – Keramik und Porzellan					Schaufenster mit besonderen Auslagen wie – Uhren – Gold- und Silberwaren – Schmuck	
Ausstellungen										Fahrzeuge Maschinen Gebrauchsartikel						
5. Wohnung																
Räume	Schlafzimmer Keller, Estrich Trockenraum	►	Wohnzimmer, Kinderzimmer Waschküche				Küche, Badezimmer									
Arbeitsplätze							Spiegel (auf Person vertikal) Werktisch	► ► ►	Lesen, Schreiben Nähen, Flickern Bügeln	►			feine Handarbeiten			
6. Gast- und Vergnügungstätten																
Allgemeines	Keller	►	Eingänge Weinkeller Lebensmittelmagazin Kühlräume	► ► ►			Küche Waschküche Lingerie	► ► ►								
Restaurant Café	Restaurationsflächen im Freien Bar, Dancing		Restaurant Bartisch				Buffet, Office	►								
¹⁾ für ländliche Verhältnisse gelten die untern Grenzwerte der Beleuchtungsstärke, für städtische Verhältnisse, besonders für Warenhäuser und Auslagen an Hauptgeschäftsstrassen, gelten die oberen Grenzwerte der Beleuchtungsstärke.																

Anforderungen an das Sehen	sehr gering bis gering			mässig			mittel			erhöht			hoch			sehr hoch
Beleuchtungsstärke in lx	20	60	120	120	175	250	250	350	500	500	700	1000	1000	1500	2000	2000 bis 10000
6. Gast- und Vergnügungsstätten (Fortsetzung)																
Hotel				Hotelzimmer			Empfangshalle Conciierge Speisesaal Badezimmer Spiegel (auf Person vertikal)	► ► ►		◄Lesen, schreiben Bügeln, Nähen, Flicken						
Spiel und Sport				Kegelbahn Boggia Minigolf Spielautomaten			Kegelries Kartenspiele			Tischtennis	◄Billardtische					
7. Kultur- und Unterhaltung																
Kirchen	Eingänge Schiff			Taufstein Kommunionsbank Sakristei			Altartisch Kanzel Leseput Chorgestühl Empore Unterrichts- und Unterweisungs- zimmer			Altar (vertikal) Bilder und Statuen (vertikal)						
Ausstellungen, Museen	Eingänge ► Vorräume ►			allgemeine Ausstellungsräume Sammlungen	► ► ►		Gemäldeausstellung			Plastiken Schaukästen Kasse	Schmuck					
Bibliotheken				Büchersäle			Bücherregale (vertikal) Lesesäle			Lesetische						
Theater				Eingänge, Garderobe, Treppen, Zuschauerraum (in Pausen, sonst Notbeleuchtung)			Wandelhalle Übungszimmer Umkleideräume			Notenpulte Kasse						
Konzertsaal, Festsaal, Kabarett				Eingänge Vorhalle Garderobe Kabarett-Zuschauerraum			Wandelhalle Umkleideräume ◄Konzertsaal, ◄Festsaal			Notenpulte Kasse	◄Podium Bühne Attraktionen ►					
Kino	Zuschauerraum (in Pausen, sonst Notbeleuchtung)			Wandelhalle			Eingänge			Schaukästen Kasse	Bühne (für Darbietungen) ► ► ►					
8. Krankenhäuser und Arztpraxis																
	Vorplätze, Eingänge, Garderobe Warteräume ►	► ► ►		Aufenthaltsräume (Tagräume) Schwesternzimmer Filmbetrachtung Putzräume Ausgussräume	► ► ►		Krankenzimmer (Untersuchung und Lesen) Stationszimmer Ärztzimmer (Untersuchung) Filmbehandlung Office, Teeküche Bäder Grossküchen			Behandlungsräume Operationsvorbereitung Röntgenräume Laboratorien	Operationssaal	Operationstisch				

Anforderungen an das Sehen	sehr gering bis gering			mässig			mittel			erhöht			hoch			sehr hoch
Beleuchtungsstärke in lx	20	60	120	120	175	250	250	350	500	500	700	1000	1000	1500	2000	2000 bis 10000
9. Unterricht																
Allgemeine Unterrichtsräume Besondere Räume Arbeitsräume (siehe auch unter den Angaben für Industrie und Gewerbe) Arbeitsplätze Turn- und Spielplätze, Turnhallen usw. siehe Ziff. 10 dieser Tab., Sportanlagen				Aula, Singsaal Lehrerzimmer Kantine, Buffet			Unterrichtszimmer für Tagbenützung Bibliothek Lesesaal Kanzlei Schulküche			Unterrichtszimmer für Abendkurse Hörsäle Zeichensaal (Kunst und Technik) Handarbeitsräume Laboratorien Experimentiertische, Wandtafel (vertikal)						
10. Sport																
Siehe folgende besondere Leitsätze: – Leitsätze für Eisfeldbeleuchtung SEV 0218.1958 – Leitsätze für die Beleuchtung von Turn-, Spiel- und Sportplätzen SEV 0219.1959 – Leitsätze für die Beleuchtung von Fussball- und polysportiven Stadien SEV 4004.1960 – Leitsätze für die Beleuchtung von Turn- und Spielhallen SEV 4005.1960 – Leitsätze für die Beleuchtung von Tennisplätzen und -hallen SEV 4006.1962 – Leitsätze für die Beleuchtung von Skisprungschancen SEV 4011.1964 – Anhang zu den Leitsätzen für Eisfeldbeleuchtung: die Beleuchtung von Curlingbahnen (Rinks) SEV 4012.1964																
11. Verkehr																
Strassen und Plätze (siehe Publ. SEV 4003.1960) Strassentunnel und Unterführungen (Leitsätze in Vorbereitung) Autobahnen und Expressstrassen (Leitsätze in Vorbereitung)																

Anforderungen an das Sehen	sehr gering bis gering			mässig			mittel			erhöht			hoch			sehr hoch
Beleuchtungsstärke in lx	20	60	120	120	175	250	250	350	500	500	700	1000	1000	1500	2000	2000 bis 10000
9. Unterricht																
Bahnanlagen	Bahnteig ▶			Schalterhallen			Billet- und Gepäckschalter			Schaukasten in dunkler Umgebung			Schaukasten in heller Umgebung			
	Frachtgutlager			Wartesaale												
	Personenunterführungen mit schwachem Verkehr			Fahrpläne und Anschläge (vertikal)												
	Lokomotivremisen			Zollrevisionshalle			Schreibplätze									
				Eilgutlager			Büros für Stationspersonal									
				Personalunterführungen mit starkem Verkehr												

Geleiseanlagen siehe Richtlinien der Bauabteilung der SBB

des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins (Hausinstallationsvorschriften des SEV) und die übrigen einschlägigen Vorschriften gefordert wird.

6.2 Einfluss der Netzspannung

Weicht die Netzspannung von der Nennspannung der Lampen und Zusatzgeräte ab, so wird dadurch sowohl die Lichtausbeute als auch die Lebensdauer der Lampen stark beeinflusst. Gasentladungslampen können zudem instabil brennen. Es ist deshalb darauf zu achten, dass die Nennspannung der Lampen und Zusatzgeräte mit der effektiv vorhandenen mittleren Netzspannung möglichst gut übereinstimmt.

6.3 Lichtstromrückgang

Der Lichtstrom der Lampen und damit auch die Beleuchtungsstärke sinken stetig mit zunehmender Zahl der Brennstunden.

Oft ist es aus wirtschaftlichen Gründen vorteilhaft und zweckmässig, Lampen in Gruppen oder gesamthaft auszuwechseln, bevor ihre Lebensdauer abgelaufen ist. Dies gilt vor allem für hohe oder stark belegte Räume, wo die Leuchten schwer zugänglich sind, und für Aussenleuchten.

6.4 Verschmutzung und Reinigung

Lampen, Leuchten und die zur Beleuchtung beitragenden Decken und Wände sind der Verschmutzung unterworfen. Diese darf nie so gross werden, dass die Beleuchtungsstärke um mehr als 20 % unter die empfohlenen mittleren Werte der Tabelle I sinkt.

Aus diesem Grund sind sowohl für die Beleuchtung mit natürlichem wie auch mit künstlichem Licht die Fenster und Oberlichter, die Lampen und Leuchten, die Decken, Wände und Vor-

hänge periodisch zu reinigen sowie die Decken- und Wandanstriche zu erneuern. Diese periodische Reinigung hat um so häufiger zu erfolgen, je grösser die Verschmutzung ist.

In Anlagen mit besonders starker Verschmutzung empfiehlt es sich, innenverspiegelte Lampen oder staubdichte Reflektorleuchten zu verwenden.

6.5 Kontrolle der Beleuchtungsstärke

Durch regelmässige Messung der Beleuchtungsstärke lässt sich der Betriebszustand der Anlagen leicht überwachen. Dafür muss dem Fachpersonal ein zuverlässiges Luxmeter zur Verfügung stehen.

6.6 Betriebszeiten

In Innenräumen soll die künstliche Beleuchtung eingeschaltet werden, sobald die durch das natürliche Licht erzeugte Beleuchtungsstärke unter die empfohlenen Werte (Ziff. 2.1, Tabelle I) sinkt (siehe auch Ziff. 2.4).

Bei der Aussenbeleuchtung gilt, wenn man von der Strassenbeleuchtung¹³⁾ absieht, als Regel für die Brennzeiten:

im Winter:

Einschalten spätestens 15 bis 30 Minuten nach Sonnenuntergang;

Ausschalten frühestens 30 bis 15 Minuten vor Sonnenaufgang.

im Sommer:

Einschalten spätestens 30 bis 45 Minuten nach Sonnenuntergang;

Ausschalten frühestens 45 bis 30 Minuten vor Sonnenaufgang.

Darüber hinaus sollen auch die wechselnden Witterungsverhältnisse (Nebel und starke Bewölkung), sowie andere ungünstige Tageslichtverhältnisse berücksichtigt werden. Diese Forderung lässt sich durch photoelektrische Schaltelemente leicht erfüllen.

¹³⁾ Publ. SEV 4003.1960, Leitsätze für öffentliche Beleuchtung, 1. Teil: Strassen und Plätze, Ziff. 7.1.

¹²⁾ Leitsätze für öffentliche Beleuchtung:

1. Teil: Strassen und Plätze, SEV 4003.1960.

2. Teil: Strassentunnel und Unterführungen, SEV 400...

3. Teil: Autobahnen und Express-Strassen, SEV 4013

Editeur:

Association Suisse des Electriciens, Seefeldstrasse 301, Zurich 8.
Téléphone (051) 34 12 12.

Rédaction:

Secrétariat de l'ASE, Seefeldstrasse 301, Zurich 8.
Téléphone (051) 34 12 12.

«Pages de l'UCS»: Union des Centrales Suisses d'électricité, Bahnhofplatz 3, Zurich 1.
Téléphone (051) 27 51 91.

Rédacteurs:

Rédacteur en chef: **H. Marti**, Ingénieur, Secrétaire de l'ASE.
Rédacteur: **E. Schiessl**, Ingénieur du Secrétariat.

Annonces:

Administration du Bulletin ASE, Case postale 229, Zurich 1.
Téléphone (051) 23 77 44.

Parution:

Toutes les 2 semaines en allemand et en français. Un «annuaire» paraît au début de chaque année.

Abonnement:

Pour tous les membres de l'ASE 1 ex. gratuit. Abonnement en Suisse: par an fr. 66.—, à l'étranger: par an fr. 77.—. Prix des numéros isolés: en Suisse: fr. 5.—, à l'étranger: fr. 6.—.

Reproduction:

D'entente avec la Rédaction seulement.

Les manuscrits non demandés ne seront pas renvoyés.