Mitteilungen SEV

Objekttyp: **Group**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins : gemeinsames Publikationsorgan des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV) und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE)**

Band (Jahr): **55 (1964)**

Heft 12

PDF erstellt am: **02.06.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Fortsetzung von Seite 596

Suite de la page 596

WALTER HERMANN NERNST

1864—1941

Deutsches Museum, München

Als *Davy* im Jahre 1813 seine Versuche mit elektrischen Lichtbögen anstellte und damit erstmals Licht mit Hilfe von Elektrizität erzeugte, kannte man noch keine Stromquelle ausser den elektrischen Elementen. Aber auch dem nach Amerika ausgewanderten Deutschen, *Heinrich Göbel,* der 1854 eine Glühlampe hergestellt hatte, stand immer noch nichts Besseres zur Verfügung. Erst *Edisons* Glühlampe (1879) und diejenige von *Swan* (1880) waren in die rechte Zeit hinein geboren, denn seit 1866 kannte man die Dynamomaschine. Trotz dieses grossen Fortschrittes suchte man ständig nach noch besseren Lichtquellen. Neben einer Steigerung der Lichtausbeute und der Lebensdauer ging es insbesondere auch um eine tageslichtähnliche Lichtfarbe. Im Jahre 1898 schuf Nernst eine solche, weisses Licht erzeugende Lampe, die sog. Nernst-Lampe. 10...30 mm lange Stäbchen aus Zirkonoxyd dienten, nachdem sie mit Hilfe einer Platinspirale elektrisch aufgeheizt worden waren, als Leuchtquelle. Diese Lampe spielte kurze Zeit für die Beleuchtung in Läden eine gewisse Rolle, konnte sich aber ihrer Kompliziertheit und der langen Einbrennzeit wegen nicht durchsetzen.

Nernst, am 25. Juni 1864 in Briesen, Westpreussen, geboren, studierte 1883 in Zürich, später in Berlin, Graz sowie in Würzburg. 1891 war er in Göttingen und ab 1902 in Berlin Professor der Physik. Er entdeckte den nach ihm und *Ettinghausen* benannten thermomagnetischen Effekt, schuf eine Theorie der galvanischen Stromerzeugung sowie die Grundlagen für eine Theorie der elektrischen Nervenreizung. 1906 stellt er das Nernstsche Wärmetheorem auf, das auch als III. Hauptsatz der Thermodynamik bekannt ist.

Nernst der von 1922—1924 noch der Physikalischen Technischen Reichsanstalt in Berlin vorstand, starb am 18. November 1941 auf seinem Gut in Moskau (Niederlausitz). *H. W.*

Mitteilungen — Communications

Verschiedenes — Divers

Grosse Synchronmotoren für die Pumpstation Z'mutt

Um dem Stausee möglichst viel Wasser zuzuführen, hat die Grande Dixence S. A. bekanntlich eine Reihe von Pumpstationen vorgesehen, die das Wasser eines ausgedehnten Einzugsgebietes über ein weitverzweigtes System von Stollen und Kanälen in den grossen Stausee hineinpumpen. Als letzte dieser Stationen kommt demnächst diejenige in Z'mutt oberhalb Zermatt in Betrieb. Die gegebenen hydraulischen Daten bezüglich Förderhöhe und Fördermenge ergaben hier für die zwei Hauptspeicherpumpen bei einem Leistungsbedarf von je 29 500 kW eine günstige Drehzahl von 1500 U./min sowie die vertikale Anordnung der Wellen. Zum Antrieb der Pumpen dienen Synchronmotoren, die von der Maschinenfabrik Oerlikon geliefert werden. Mit einer Scheinleistung von 31,5 MVA handelt es sich hier um die wohl grössten 4-poligen Schenkelpolläufer der Welt. Die Polräder müssen den bei der Schleuderdrehzahl von 2200 U./min auftretenden Fliehkräften ohne bleibende Formänderung standhalten. Das Zusammentreffen extrem hoher mechanischer Beanspruchungen mit einem beträchtlichen Kühlluftbedarf sowie die Notwendigkeit, schädliche Auswirkungen der kritischen Drehzahl im Betrieb auszuschalten, machten besonders umfangreiche konstruktive Studien nötig.

Inzwischen sind die Schleuderproben beider Polräder und der Probelauf einer Maschine erfolgreich durchgeführt worden. Die Montage des ersten Maschinensatzes in der Pumpstation Z'mutt steht vor dem Abschluss.

Die Micro-Electric AG in neuen Räumen

Am Rande der Stadt Zürich, gegenwärtig noch von Wiesen und Feldern umgeben, erhebt sich der moderne Neubau, den die Micro-Electric AG vor einem Jahr bezogen hat. Dieses Unternehmen, vor 16 Jahren gegründet, hat sich so entwickelt, dass alle paar Jahre einige hundert Quadratmeter Fabrikations-, Laboratoriums- und Büroräumlichkeiten da und dort in Zürich dazugemietet werden mussten, um die steigende Zahl der Mitarbeiter aufzunehmen. Der Wunsch, alle Abteilungen der Firma unter einem Dach zu vereinigen, veranlasste die Geschäftsleitung, das neue Werk an der Schärenmoosstrasse zu bauen. Am 30. April 1964 wurde nun einer grossen Zahl von Gästen, der Presse und Geschäftsfreunden Gelegenheit geboten, das neue Heim der Micro-Electric AG zu besichtigen. Einer weiteren Entwicklung des Unternehmens wurde Rechnung getragen. Die grossen Platzreserven werden es ermöglichen, den Personalbestand, der heute 200 Mitarbeiter zählt, auf rund 350 zu erhöhen. Dies ist die Zahl der Mitarbeiter, die man nach dem heutigen Stand der Planung für die Micro-Electric AG als optimal ansieht.

In einer kleinen Ausstellung wurden den Besuchern die Produkte der Micro-Electric AG vorgeführt. Das Fabrikationsprogramm verteilt sich auf drei Gebiete: Elektro-Akustik und Elektronik, Elektromotoren und Pumpen und Automation. Hörgeräte für Schwerhörige waren die ersten Produkte der Firma bei ihrer Gründung im Jahre 1948. Die Ausstellung der Hörgeräte vom Jahre 1948 bis heute demonstrierte eindrücklich die Fortschritte der Miniaturisierung elektronischer Geräte in diesem Zeitabschnitt. Sehr bald wurde, um von Lieferanten für Spezialbauteile unabhängig zu werden, die Fabrikation von Einzelteilen für die Hörgeräte aufgenommen, Schalter, Potentiometer, Mikrophone, Transformatoren usw., alles in Subminiaturbauweise. Auch diese Produkte fanden Abnehmer.

Die Micro-Electric AG hat Kunden in allen Erdteilen. Seit 1953 beschäftigt sich das Unternehmen mit der Entwicklung und dem Bau von Axialmotoren im Leistungsbereich von $^1/_{20}$...1,5 PS. Da sich der Axialmotor besonders gut für den Antrieb von Pumpen eignet, wurde dem Motorenbau eine Pumpenfabrikation angegliedert.

Für die Automation wurde ein neuartiger Microschalter entwickelt, bei dem der Schaltpunkt regulierbar ist. Dieser Schalter bildet das Grundelement für die Programmsteuergeräte, die universell verwendbar sind und in einer grossen Zahl von Ausführungsarten zur Verfügung stehen. *H. Gibas*

Lehrabschlussprüfungen für Elektro- und Beleuchtungszeichner. Die Prüfungskommission für baugewerbliche Zeichner-Lehrlinge im Kanton Zürich teilt mit, dass an den vom 7.—9. April 1964 durchgeführten Prüfungen 2 Elektro-Zeichner der Fachrichtung A (Netzinstallation) und 8 Zeichner der Fachrichtung B (Hausinstallation) die Prüfung mit Erfolg bestanden haben. Zwei Lehrlinge stammten aus andern Kantonen und wurden von dort zur Prüfung zugewiesen.

Für den seit längerer Zeit schon etablierten Beruf des «Beleuchtungs-Zeichners» hat die Prüfungskommission im Verlaufe des Frühlings 1964 ein Ausbildungs- und Prüfungsreglement aufgestellt, nach dem nun fünf Lehrlinge ihre Prüfung erfolgreich beenden konnten. Auch in dieser Berufssparte wurde ein Kandidat von einem Kanton zur Prüfung nach Zürich aufgeboten.

Da besonders die Zahlen der zur Prüfung erscheinenden Jahrgänge der Elektrozeichner ständig zunehmen, wäre es angezeigt, wenn die beteiligten Fachverbände VSEI und VSE beim Bundesamt für Industrie, Gewerbe und Arbeit die seit langem erprobten Entwürfe des Ausbildungs- und Prüfungsreglementes zur Genehmigung beantragen würden. Die Erfahrung aus ähnlichen Berufen zeigt nämlich, dass die vom Bunde genehmigten Reglemente vor allem die Anwerbung neuer Lehrlinge für solche Berufe ausserordentlich fördert. *W. F.*

Schweizerische Import-Messe. Im Rahmen der 6. Schweizerischen Import-Messe veranstaltet das Handelsministerium der USA erstmalig in der Schweiz eine Ausstellung amerikanischer Spitzenprodukte auf dem Gebiete der elektrischen, elektronischen, pneumatischen und hydraulischen Instrumente und Ausrüstung. Die Import-Messe findet vom 5. bis 14. Juni 1964 im Hallenstadion in Zürich statt.

Auskunft erteilt die Genossenschaft Zürcher Spezial-Ausstellungen, Nordstrasse 20, Zürich 6.

Kongress und Ausstellung für die Reinhaltung der Luft. In Düsseldorf findet vom 5. bis 9. April 1965 ein Kongress mit Ausstellung für die Reinhaltung der Luft statt. Der Kongress gibt einen Überblick über den heute erreichten Leistungsstand der Luftreinhaltetechnik und ihre künftigen Aufgaben. Die Ausstellung zeigt Anlagen, Einrichtungen, Geräte und Hilfsmittel zur wirksamen Bekämpfung der Luftverunreinigung.

Auskunft erteilt die Nordwestdeutsche Ausstellungs- und Messe-Gesellschaft mbH NOWEA, 4 Düsseldorf 10, Messegelände.

Interkama. Vom 13. bis 19. Oktober 1965 findet in Düsseldorf der Internationale Kongress mit Ausstellung für Messtechnik und Automatik statt. Die Zielsetzung der Interkama ist die Vermittlung des neuesten Standes der Messtechnik und Automatisierung durch Demonstration und fachliche Aussprache.

Auskunft erteilt die Nordwestdeutsche Ausstellungs- und Messe-Gesellschaft mbH NOWEA, 4 Düsseldorf 10, Messegelände.

Vereinsnachrichten

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

Sitzungen

Fachkollegium 52 des CES

Gedruckte Schaltungen für Elektronik und Nachrichtentechnik

Das FK 52 trat am 13. März 1964 in Bern unter dem Vorsitz seines Präsidenten, F. Baumgartner, zu seiner 6. Sitzung zusammen. Der Vorsitzende gab den Austritt von J. Engdahl, Ebauches S. A., Neuchâtel, und Dr. sc. techn. H. Metzler, Materialprüfanstalt des SEV, Zürich, bekannt und verdankte ihre Mitarbeit.

Nach der Genehmigung der Protokolle der Sitzungen des FK 52 vom 20. März 1963 in Zürich und des CE 52 vom 30. Oktober bis 1. November 1962 in Eindhoven berichtete der Vorsitzende über die Sitzungen der Working Group 1, Metal-clad base materials, des CE 52 in Zürich und Paris. Nach Durchsicht der Traktandenliste der Sitzungen des CE 52, die vom 27. bis 30. Mai 1964 in Aix-les-Bains stattfinden, wurde zu Handen des CES die schweizerische Delegation für diese Sitzungen bestimmt.

Sodann wurde die Diskussion des Dokumentes *52(Secretariat)9,* Questionary regarding points arising from the meeting at Eindhoven, November 1962, fortgesetzt, die an der letzten Sitzung abgebrochen werden musste. Anschliessend wurden noch folgende Dokumente diskutiert:

52(Secretariat)11, Report of Working Group 1, Metal-clad base materials;
52(Secretariat)12, Metal-clad base materials for printed circuits; Part 1: Test methods;
52(Secretariat)13, Metal-clad base materials for printed circuits; Part 3: Specification for a high quality paper phenolic copper-clad laminated sheet;
52(Secretariat)14, General requirements and measuring methods for printed wiring boards.

Zu diesen Dokumenten wurden schweizerische Stellungnahmen ausgearbeitet. *E. Fesseler*

Fachkollegium 206 des CES

Haushaltschalter

Das FK 206 hielt am 10. März 1964 in Zürich unter dem Vorsitz seines Präsidenten, E. Richi, die 16. Sitzung ab. Es nahm Stellung zum CEI-Entwurf, *23(Secrétariat)57,* Recommandation de spécification pour les interrupteurs et commutateurs pour appareils. Da dieser Entwurf weitgehend eine Abschrift des CEE-Entwurfes über Apparateschalter darstellt, werden beide Entwürfe verglichen und jene Einwände zusammengefasst, die anlässlich der CEI-Tagung in Aix-les-Bains durch die schweizerische Delegation vertreten werden sollen.

In der Fortsetzung der Revision der bestehenden Sicherheitsvorschriften für Haushaltschalter wurden die Abschnitte «Feuchtigkeitssicherheit» und «Wasserschutz» in Anlehnung an die Regeln für Feuchtigkeits- und Wasserbehandlung zur Prüfung elektrischen Materials behandelt. Für die Behandlung des Abschnittes «Thermische Eigenschaften», insbesondere aber für die Festlegung der Prüfwerte für die Prüfung der Kugeldruck-Warmfestigkeit, der Wärmebeständigkeit und der Kontakterwärmung, welche gegenüber den internationalen, aber auch gegenüber den neuesten von der EK-KL aufgestellten Regeln für die Prüfung fester Isolierstoffe an elektrischem Material zum Teil stark voneinander abweichen, wurde eine Arbeitsgruppe eingesetzt. Mit der Aufgabe, das Kapitel «Beschreibung der Prüfeinrichtungen» auszuarbeiten, wird das Sekretariat beauftragt. Nach Abschluss dieser Arbeiten soll ein erster Gesamtentwurf zu den Sicherheitsvorschriften für Haushaltschalter aufgestellt werden.

M. Schadegg

Fachkollegium 207 des CES

Regler mit Schaltvorrichtung

Am 4. Februar 1964 trat das FK 207 in Zürich unter dem Vorsitz seines Präsidenten, Direktor W. Schmucki, zur 19. Sitzung zusammen. Es behandelte abschliessend einen 2. Entwurf für eine Änderung der bestehenden Normblätter SNV 27 510 und 27 511 über Temperaturregler und Überrohre für elektrische Warmwasserspeicher. Die Änderung ging aus dem Bedürfnis hervor, einen weiteren Reglertyp mit kleinerem Durchmesser des Fühlerrohrs zu normen. Das Sekretariat wurde beauftragt, diesen Entwurf zwecks Veröffentlichung im Bulletin des SEV an die massgebenden Instanzen weiterzuleiten und gleichzeitig das FK 211, Wärmeapparate, von dieser Änderung in Kenntnis zu setzen. Ferner wurde an der neuen Aufgabe, das Aufstellen von Sicherheitsvor-

schriften für Zeitschalter für Nennspannungen über 50 bis 1000 V und Nennströmen bis 60 A, begonnen. In Anlehnung an die bereits fertiggestellten Sicherheitsvorschriften für Regler mit Schaltvorrichtung wurden die ersten 4 Kapitel «Grundlagen», «Gültigkeit», «Begriffsbestimmungen» und «Allgemeines» behandelt.

M. Schadegg

Fachkollegium 208 des CES

Steckvorrichtungen

Das FK 208 hielt am 25. Februar 1964 unter dem Vorsitz seines Präsidenten, E. Richi, in Zürich die 15. Sitzung ab. Es nahm Kenntnis vom CEI-Entwurf *23(Secrétariat)58,* Recommandation de spécification pour connecteurs pour usages domestiques et usages généraux analogues, welcher anlässlich der CEI-Tagung in Aix-les-Bains erstmals zur Diskussion gelangt. Da dieser Entwurf praktisch eine Abschrift der vor der Herausgabe stehenden CEE-Anforderungen an Haushalt-Apparatesteckvorrichtungen ist, sollen zwecks Behandlung an der nächsten Sitzung die materiellen Unterschiede beider Entwürfe festgelegt werden.

In der Weiterbehandlung der Revision der bestehenden Sicherheitsvorschriften für Netzsteckvorrichtungen gab vor allem die Textabfassung zum Abschnitt «Dimensionen» viel zu diskutieren, da ausser den genormten Steckvorrichtungen grundsätzlich auch andere Ausführungen zugelassen werden können, sofern diese zusammen mit den bestehenden Steckvorrichtungen die Anforderungen der Vorschriften erfüllen. Eine Arbeitsgruppe wird damit beauftragt, einen Normungsplan, welcher alle bestehenden Steckdosenausführungen enthalten soll, aufzustellen, um die von der Norm abweichenden Ausführungen, aber auch ein allfälliger Ausbau der Normung überblicken zu können. Auch die Behandlung des Abschnittes «Baubestimmungen» wie z. B. Anschlußstellen, Schutzleiterklemmen, Befestigungsorgane gaben zu regen Diskussionen Anlass.

M. Schadegg

Fachkollegium 212 des CES

Motorische Apparate

Das FK 212 versammelte sich am 23. Januar 1964 in Zürich, zum letzten Male unter dem Vorsitz seines Präsidenten, Direktor M. Barbier, zur 15. Sitzung. Dieser kündigte infolge Wechsels seines Tätigkeitsgebietes den Rücktritt als Präsident und Mitglied an. Das FK bedauerte das Scheiden seines Vorsitzenden, der die Sitzungen mit ausserordentlichem Geschick zu leiten wusste und die gut gediehene Arbeit für die Sicherheitsvorschriften des SEV für motorische Apparate nun leider nicht mitvollenden helfen kann.

Das FK nahm kurz Stellung zu einem CEI-Entwurf unter der 6-Monate-Regel über Empfehlungen für Haushalt-Kühlschränke. Es wurde dabei die Auffassung vertreten, dass man erst nach der bevorstehenden Revision der CEE-Anforderungen an Kühlschränke, welche übrigens auch die Basis für die entsprechenden Sicherheitsvorschriften des SEV bilden sollen, in der Lage sein wird, sich endgültig darüber äussern zu können.

Anschliessend fand eine Detailberatung über den von einem Arbeitsausschuss vorberatenen Revisionsentwurf der Sonderbestimmungen der CEE für Waschmaschinen statt. Verschiedene Punkte, mit denen man sich nicht einverstanden erklären konnte, sollen in einer Stellungnahme des CES zusammengefasst werden.

Das FK setzte dann die Besprechungen des 2. Entwurfes der Sicherheitsvorschriften des SEV für motorische Haushalt-Apparate fort. Etliche Bestimmungen gaben zu eingehenden Diskussionen Anlass, wie z. B. die Feuchtigkeitsbeständigkeit und der Wasserschutz, wobei das FK nach sorgfältigem Studium beider ihm vorgelegten Versionen sich für die CEE-Prüfmethoden entschied und die in den Regeln für Feuchtigkeits- und Wasserbehandlung des SEV beschriebenen Prüfungen, vor allem mit Rücksicht auf die exportorientierte Industrie, verwarf.

C. Bacchetta

Bibliothek des SEV

Aus verschiedenen Gründen, vor allem zur besseren Ausnützung des beschränkten Platzes, unterziehen wir unsere Vereinsbibliothek zur Zeit einer durchgreifenden Reorganisation. Zu unserem Bedauern sehen wir uns deshalb gezwungen, die Bibliothek von jetzt an

bis 30. September 1964

zu schliessen. Die Schliessung bezieht sich sowohl auf den Bücherausleih-Dienst wie auf die mündliche oder schriftliche Auskunfterteilung.

Wir danken unseren Mitgliedern, wenn sie dieser unumgänglichen Massnahme Verständnis entgegenbringen. Wir streben danach, ihnen nach der Wiedereröffnung der Bibliothek umso besser dienen zu können.

Leitsätze für die Bestimmung des dielektrischen Verlustfaktors von Isolierölen

Der Vorstand des SEV veröffentlicht im folgenden den Entwurf zu den Leitsätzen für die Bestimmung des dielektrischen Verlustfaktors von Isolierölen. Der Entwurf wurde vom Fachkollegium 10 (Isolieröle) des Schweizerischen Elektrotechnischen Komitees (CES) ausgearbeitet und vom CES genehmigt.

Der Vorstand lädt die Mitglieder ein, den Entwurf zu prüfen und Bemerkungen bis spätestens *6. Juli 1964, in doppelter Ausfertigung,* dem Sekretariat des SEV, Seefeldstrasse 301, Zürich 8, einzureichen. Sollten keine Bemerkungen eingehen, so würde der Vorstand annehmen, die Mitglieder seien mit dem Entwurf einverstanden. Er würde dann auf Grund der ihm von der 79. Generalversammlung (1963) erteilten Vollmacht über die Inkraftsetzung beschliessen.

Entwurf

Leitsätze für die Bestimmung des dielektrischen Verlustfaktors von Isolierölen

1 Allgemeine Bestimmungen

1.1 Zweck

Diese Leitsätze haben den Zweck, die der Beurteilung von Isolierölen dienende dielektrische Verlustfaktormessung auf eine einheitliche Grundlage zu stellen, sowie die für die Messung erforderlichen Massnahmen anzugeben.

2 Geltungsbereich

Diese Leitsätze gelten für die Verlustfaktormessung für Betriebszwecke von Isolierölen auf Erdölbasis, die als Isolier- und Kühlmittel z. B. in Transformatoren, Messwandlern, Kabeln und Kondensatoren verwendet und im Frequenzbereich von 0...500 Hz betrieben werden.

Sie gelten nicht für die Verlustfaktormessung chlorierter Kohlenwasserstoffe.

3 Begriffsbestimmungen

3.1

Der *dielektrische Verlustfaktor* (tg δ) *eines Öles* ist das Verhältnis von Wirkstrom zu Blindstrom bei Beanspruchung des Öles mit sinusförmiger Wechselspannung.

3.2

Die *relative Dielektrizitätskonstante* ε_r wird berechnet aus

$$\varepsilon_r = \frac{C_x}{C_0}$$

wobei C_x die gemessene Kapazität der ölgefüllten Zelle ist und C_0 die Kapazität der leeren Zelle mit Luft als Dielektrikum. Es ist vorausgesetzt, dass die Streukapazitäten nicht in die Messung eingehen.

3.3

Der *spezifische Durchgangswiderstand* ist dem durch das Isolieröl fliessenden Leitungsstrom bei Gleichspannung umgekehrt proportional; er ist auf einen Würfel von 1 cm Kantenlänge bezogen.

3.4

Die *Messfeldstärke* an der Innenelektrode im Feld zweier koaxialer Zylinderelektroden wird nach

$$E = \frac{U}{r_i \cdot \ln \frac{r_a}{r_i}} \quad [\text{kV/mm}]$$

berechnet.

U angelegte Spannung [kV]
r_i Aussendurchmesser der inneren Elektrode [mm]
r_a Innendurchmesser der äusseren Elektrode [mm]

4 Allgemeines

4.1 Messungen für Betriebszwecke

Die Verlustfaktoren werden in der Regel gemäss den in diesen Leitsätzen festgelegten Bedingungen gemessen.

4.2 Sonderfälle

Für besondere Anforderungen kann es notwendig sein, von den genormten Messbedingungen abzuweichen und beispielsweise den Kurvenverlauf des Verlustfaktors in Funktion der Temperatur, der Feldstärke und der Frequenz zu bestimmen. Alle diese Abweichungen fallen nicht in den Bereich dieser Empfehlungen.

Bemerkung:

Die relative Dielektrizitätskonstante ist u. U. für die qualitative Beurteilung des Isolieröles von Bedeutung. Ihr Zahlenwert kann von Fall zu Fall gemäss der Begriffsbestimmung in Ziff. **3.2** bestimmt werden.

Der spezifische Durchgangswiderstand wird manchmal an Stelle oder auch als Ergänzung zum Verlustfaktor für die Beurteilung des Isolieröles verwendet.

4.3 Messabweichungen der Messresultate

Unter Anwendung dieser Leitsätze und in Übereinstimmung mit der Erfahrung verschiedener Laboratorien muss mit grössten Messabweichungen gemäss Tabelle I bei Temperaturen gegen 90 °C für den Absolutwert der Verlustfaktoren gerechnet werden.

Messabweichungen in Funktion des Verlustfaktors

Tabelle I

Verlustfaktor tg δ %	Messabweichung ± %
0,1...0,3	bis 90
über 0,3...1,0	bis 60
über 1,0...10	bis 35
über 10 ...200	bis 15

Bemerkung:

Die in Tabelle I angegebenen Messabweichungen wurden bei Temperaturen von etwa 90 °C festgestellt. Bei niedrigeren Temperaturen sind sie in der Regel kleiner.

5 Anforderungen und Prüfbestimmungen

5.1 Probenahme

Bei der Entnahme von Ölproben aus Geräten, die im Betrieb stehen, sowie von gelagerten Ölen ist darauf zu achten, dass keine äusseren Einflüsse das Ergebnis verfälschen. Das Öl sollte in eine dunkle Glasflasche oder in ein Blechgefäss mit einem das Öl nicht beeinflussenden Verschluss abgefüllt werden. Alle mit den Ölproben in Berührung kommenden Teile sind nach Ziff. **5.4** zu behandeln. Sämtliche gereinigten Teile sind vor der Verwendung mit dem zu prüfenden Öl zu spülen.

5.2 Lagerung

Die zu messenden Ölproben sollen an einem dunklen Ort in abgeschlossenem Gefäss gelagert werden, wobei zu beachten ist, dass durch das Lagern das Öl verändert und damit der Verlustfaktor beeinflusst werden kann.

5.3 Vorbehandlung des Öles

a) Neuöl und Betriebsöl sind unter Berücksichtigung von Ziff. **5.1** und **5.2** ohne Filtrierung zu messen.

Bemerkung:

Wenn Vorbehandlungen, wie Vakuumtrocknung oder Filtrieren usw. vorgenommen werden, so sind diese Sonderbehandlungen im Prüfprotokoll besonders zu vermerken. Isolieröl mit freiem Wasser soll keiner Verlustfaktormessung unterzogen werden, weil ein derartiger Wassergehalt die Messung verfälschen würde.

b) Künstlich gealterte Öle sind nach der Entnahme aus dem Alterungsprüfgerät in einen Messkolben umzufüllen und 24 h im Dunkeln bei Raumtemperatur, ohne freies Luftvolumen, verschlossen stehen zu lassen. Vor der Messung ist das Öl durch ein geeignetes Filter z. B. Glasfilter G 4 oder ein gleichwertiges Papier-Faltenfilter zu giessen.

5.4 Reinigung der Gefässe

Die Messzelle sowie alle mit dem zu prüfenden Öl in Berührung kommenden Teile sind nach jedem Gebrauch entweder

a) 3mal mit destilliertem Benzol[1]) gründlich zu schwemmen und anschliessend im Ofen mindestens 30 min bei 110 °C zu trocknen, oder

b) mit einem rückstandfreien esterhaltigen Lösungsmittel (nach SNV 81133) gut zu spülen und anschliessend mit einem reinen nicht fasernden Papier (z. B. schmiegsamen Kondensatorpapier oder dgl.) trocken zu reiben.

c) Bei seriemässigen Betriebsmessungen gleichartiger Öle kann auf die Reinigung gemäss Lit. a) nach jeder Ölprobe verzichtet werden. Statt dessen soll die Messzelle mit einem Papier [gemäss Lit. b)] ausgewischt werden. Anschliessend ist gemäss Ziff. **5.5** zu verfahren.

Die trockenen Elektroden müssen völlig blank und sauber sein. Chlorierte Kohlenwasserstoffe, Alkohole, Wasser und Staub sind von der Messzelle fernzuhalten. Es wird empfohlen, unbenützte Messzellen in gereinigtem Zustand, mit gutem Öl gefüllt, aufzubewahren.

5.5 Einfüllen des Öles

Die Ölprobe ist unmittelbar vor der Verwendung durch langsames Hin- und Herwenden im Vorratsbehälter, ohne zu schütteln, gut durchzumischen. Nach dem Abkühlen soll die gereinigte Messzelle mit einem Teil des durchmischten Prüföles einmal gespült werden und anschliessend ist das Prüföl bei Raumtemperatur, allfällig mit einer gereinigten Pipette langsam, ohne Blasenbildung in die Messzelle einzufüllen.

5.6 Meßspannung

Die Meßspannung soll rein sinusförmig sein. Zur Überprüfung auf geringen Oberwellengehalt ist ihr zeitlicher Verlauf mit dem einer Sinuskurve gleicher Amplitude und Frequenz zu vergleichen. Dabei dürfen an keiner Stelle grössere Abweichungen als 5 % des Scheitelwertes auftreten.

5.7 Messfrequenz

Die Frequenz der Meßspannung soll 50 Hz betragen. Bei Anwendung von anderen Frequenzen sind diese im Prüfprotokoll anzugeben.

5.8 Messfeldstärke

Die Messfeldstärke soll 1 kV/mm betragen. Sie ist nach Ziff. **3.4** zu berechnen.

[1]) Ohne Schutzmassnahmen dürfen keine Arbeiten mit Benzol durchgeführt werden. Siehe Normblatt SNV 61133.

Bemerkung:

Messfeldstärken von 2...3 kV/mm beeinflussen in der Regel die Messwerte nicht erheblich, sofern der Reinheitsgrad des Öles solche Beanspruchungen zulässt.

5.9 Messung

Etwa 15...30 min nach dem Einfüllen soll der Verlustfaktor des Öles bei Raumtemperatur gemessen werden. Anschliessend soll die Messzelle mit der eingefüllten Ölprobe in einem Heizbad aufgeheizt werden; nach Erreichen der Endtemperatur von 90 °C der Ölprobe soll eine weitere Messung erfolgen. Die Öltemperaturen sollten nach Möglichkeit auf ± 1,0 °C genau ermittelt werden. Die Meßspannung ist unmittelbar vor der Messung anzulegen. Die Messungen sollen einschliesslich der Erwärmung innerhalb 1 h durchgeführt sein.

Der dielektrische Verlustfaktor ist in Prozenten oder in Promillen anzugeben.

Zur Kontrolle der Messzelle soll diese von Zeit zu Zeit ohne Ölfüllung gemessen werden.

6 Prüfeinrichtung

6.1 Messzelle

Für die Messung des dielektrischen Verlustfaktors soll eine vertikale zylindrische Messzelle mit Schutzring verwendet werden, bei der vorzugsweise das Prüföl mit der äusseren Atmosphäre in Verbindung steht. Es sind folgende Bedingungen einzuhalten:

Prüfvolumen:	mindestens 30 cm³
Minimaler Elektrodenabstand:	1 mm
Elektroden:	rostfreier Stahl oder leicht zu reinigende Metalle mit hoher Oberflächengüte

Die Isolierung zwischen den Elektroden und dem Schutzring soll aus Quarz oder Polytetrafluoraethylen oder einem gleichwertigen Isolierstoff ausgeführt sein.

Wird eine Messzelle ohne unteren Schutzring verwendet, so ist darauf zu achten, dass die Kapazität des Bodenteiles nicht wesentlich in die Gesamtkapazität der Zelle eingeht.

6.2 Elektrische Messeinrichtung

Für die Messung ist eine Verlustfaktor-Messbrücke für 50 Hz mit einem Messbereich von 0,1...5000 ‰ zu verwenden.

Das Nullinstrument soll eine ausreichende Oberwellendämpfung aufweisen.

Bemerkung:

Bei Messung in einer Brückenanordnung, bei welcher der Prüfling als Reihenschaltung von Kondensator und Widerstand angenommen ist, gilt für die Umrechnung der dabei erhaltenen Kapazität des Prüflings C_s auf die Kapazität C_p, d. h. für eine angenommene Parallelschaltung:

$$C_p = \frac{C_s}{1 + \mathrm{tg}^2\,\delta}$$

7 Messprotokolle

Für die richtige Beurteilung von Verlustfaktoren sollen im Messprotokoll folgende Angaben enthalten sein:

a) Hinweis auf die vorliegenden Leitsätze
b) Bezeichnung des Öles
c) Messwerte
d) Messtemperaturen
e) Messfeldstärke, Messfrequenz, Vorbehandlung sollen nur dann angegeben werden, wenn von den vorliegenden Leitsätzen abgewichen wird.

Leitsätze für öffentliche Beleuchtung
3. Teil: Autobahnen und Expreßstrassen

Schon im Jahre 1960 wurde in den Leitsätzen für öffentliche Beleuchtung, 1. Teil: Strassen und Plätze, dieser nun vorliegende 3. Teil: Autobahnen und Expreßstrassen angekündigt. In der Zwischenzeit haben die Fachgruppe 5 *) «öffentliche Beleuchtung», und ihre Untergruppe 5C *) «Beleuchtung von Autobahnen und Expreßstrassen», durch vergleichendes Literaturstudium, durch eigene Versuche auf der Versuchsstrecke der Firma Philips in Turnhout, durch Besichtigungen ausländischer Anlagen und nicht zuletzt auf Grund eigener Erfahrungen die erforderlichen Kenntnisse und Unterlagen gesammelt und zusammengefasst.

Die Schweizerische Beleuchtungs-Kommission (SBK) ladet alle interessierten Kreise ein, diesen Entwurf zu prüfen und allfällige Änderungs- und Ergänzungsvorschläge in zweifacher Ausfertigung dem Sekretariat der SBK, Seefeldstrasse 301, Zürich 8, bis *spätestens am 13. Juli 1964* einzureichen. Die Einsprachen werden anschliessend von der Fachgruppe 5, «öffentliche Beleuchtung», geprüft. Wo immer es angezeigt erscheint, werden die Einsprecher zu den Verhandlungen eingeladen. Gehen keine Bemerkungen ein, so gilt dies als Zustimmung.

*) Die Fachgruppen 5, «öffentliche Beleuchtung» und 5C, «Beleuchtung von Autobahnen und Expreßstrassen» sind zur Zeit wie folgt zusammengesetzt:

Präsident der Fachgruppe 5:
R. Walthert, Direktor der Schweiz. Beratungsstelle für Unfallverhütung, Laupenstrasse 9, Bern

Präsident der Untergruppe 5C:
W. Heitz, Ing., Elektrizitätswerk der Stadt Zürich, Postfach, Zürich 23

Mitglieder:
H. Boesch [1]), Tiefbautechniker, Kantonales Tiefbauamt, Buchenhof, Aarau (Vertreter VSS)
P. Borel [3]), dipl. Ing., Schweiz. Beratungsstelle für Unfallverhütung, Laupenstrasse 9, Bern
D. Brentano [2]), Motor-Columbus AG, Parkstrasse 27, Baden (AG)
W. Gruber [1]) dipl. Ing., Direktor der Rovo und Claude AG, Karstlernstrasse 9, Zürich 9/48
J. Guanter [1]), dipl. Ing., Freiestrasse 84, Zürich 7/32
K. Gull [2]), dipl. Ing., Kreisingenieur II, Tiefbauamt des Kantons Zürich, Walchetor, Zürich 1
H. Habersaat [2]), Ing., Elektrizitätswerke des Kantons Zürich, Postfach, Zürich 22
W. Heitz [3]), Ing., Elektrizitätswerk der Stadt Zürich, Postfach, Zürich 23
M. Jenni [2]), dipl. Ing., Grüngasse, Zürich 4
H. Kessler [3]), Ing., Prokurist der Philips AG, Edenstrasse 20, Postfach, Zürich 27
H. König [1]), Prof., Dr., Direktor des Eidg. Amtes für Mass und Gewicht, Wildstrasse 3, Bern
H. Leuch [3]), dipl. Ing., Niederfelbenweg 12, Zollikon (ZH)
F. Mäder [3]), Dr., Adjunkt, Eidg. Amt für Mass und Gewicht, Wildstrasse 3, Bern
A. Mathys [1]), Ing., Vizedirektor, Baumann Koelliker AG für elektrotechn. Industrie, Sihlstrasse 37, Zürich 1
W. Mathys [3]), dipl. Ing., Chef des Technischen Dienstes des TCS, 9, rue Pierre Fatio, Genève
R. Maurer [1]), Infranor S. A., 23, route des Acacias, Genève
H. Meier [3]), Kantonsingenieur, Breitenhaus, Stans
J. Richter [3]), dipl. Ing., Sektionschef, Eidg. Amt für Strassen- und Flussbau, Monbijoustrasse 45, Bern
W. Riemenschneider [3]), Ing., Novelectric AG, Baumackerstrasse, Buchs (ZH)
P. Rollard [3]), prof., Ingénieur-conseil, 21, Chemin du Gué, Petit-Lancy
K. Schild [2]), dipl. Ing., Chef der Technischen Dienste des ACS, Laupenstrasse 2, Bern
O. Sommerhalder [1]), Lichttechniker, Griesernweg 16, Zürich 10/37
J. Stösser [1]), Prokurist, Elektrizitätswerke des Kantons Zürich, Postfach, Zürich 22
W. Wartmann [1]), Ing., Centralschweiz. Kraftwerke AG, Hirschengraben 33, Luzern
E. Wittwer [1]), Ing., BAG, Bronzewarenfabrik AG, Turgi (AG)

[1]) Mitglied der FG 5
[2]) Mitglied der FG 5C
[3]) Mitglied der FG 5 und FG 5C

Leitsätze für öffentliche Beleuchtung
3. Teil: Autobahnen und Expreßstrassen

Entwurf

Inhaltsverzeichnis

21. Zweck und Geltungsbereich ... ...
22. Beleuchtungsniveau und Lichtfarbe ... ...
23. Beleuchtungssysteme ... ...
    23.1 Beleuchtungssysteme auf freien Strecken ... ...
    23.2 Beleuchtungssysteme im Bereiche von Bauwerken
24. Anordnung und Ausführung von Beleuchtungsanlagen
    24.1 Leuchten quer zur Strassenachse ... ...
    24.2 Leuchten längs zur Strassenachse ... ...
    24.3 Leuchten auf sehr hohen Masten ... ...
    24.4 Leuchten unter Augenhöhe ... ...
25. Speisung der Beleuchtungsanlagen ... ...
26. Betrieb und Unterhalt ... ...
27. Verkehrssignale ... ...

Für die Hinweise im Text ist folgende Bezifferung zu beachten:

1. Teil:	Strassen und Plätze	Ziffern 1... 9
2. Teil:	Strassentunnel und Unterführungen	Ziffern 11...19
3. Teil:	Autobahnen und Expreßstrassen .	Ziffern 21...27

21. Zweck und Geltungsbereich

Der 3. Teil der Leitsätze für öffentliche Beleuchtung behandelt das Sondergebiet Autobahnen und Expreßstrassen. Die allgemeinen Ausführungen und Bestimmungen des 1. Teils: Strassen und Plätze, bilden seine Grundlage. Wo es besonders wichtig erscheint, zur Interpretation oder Ergänzung den 1. Teil (Ziff. 1...9) zu berücksichtigen, ist im Text auf die einschlägigen Ziffern verwiesen.

Fahrgeschwindigkeiten, wie sie auf Autobahnen und Expressstrassen üblich sind, stellen an die Konzentrations- und Reaktionsfähigkeit der Fahrzeugführer grosse Anforderungen. Unfälle haben meist schwerwiegende Folgen. Es ist deshalb notwendig, auch nachts Sichtverhältnisse zu schaffen, die ein sicheres Fahren und rechtzeitiges Erkennen von Hindernissen ermöglichen. Sie werden durch eine Beleuchtung erreicht, die den Anforderungen an die mittlere Beleuchtungsstärke (Ziff. 22), an die Kontraste (Ziff. 2.1) und die Gleichmässigkeit der Leuchtdichteverteilung (Ziff. 2.2) entspricht.

Bei Autobahnen ist die durchgehende Beleuchtung notwendig. Falls aus besonderen Gründen eine durchgehende Beleuchtungsanlage nicht ausgeführt wird, sollen wenigstens die Anschlussbauwerke (Fig. 3 und 4), die besonders kritische Zonen bilden, sowie Teilstücke, die durch nebelreiche Gebiete führen, beleuchtet werden. Befinden sich Anschlussbauwerke nahe beieinander, so sind auch die Zwischenstrecken zu beleuchten, damit beleuchtete und unbeleuchtete Strassenstücke nicht kurz nacheinander folgen.

Auf nicht beleuchteten Teilstücken sind alle Massnahmen (Ziff. 25) zu treffen, damit später ohne Schwierigkeiten die Beleuchtungsanlagen erstellt werden können.

Bei Expreßstrassen ist die durchgehende Beleuchtung unerlässlich, weil sie hohe Verkehrsdichten aufweisen, die Anschlussbauwerke sich nahe beieinander befinden und die anliegenden Strassen in der Regel gut beleuchtet sind.

22. Beleuchtungsniveau und Lichtfarbe

Die in Ziff. 21, Al. 1 und 2, umschriebenen Verkehrsverhältnisse erfordern auf Grund von Erfahrungen und eingehenden Versuchen ein Beleuchtungsniveau (Ziff. 9.5.2), das für einen mittelrauhen Strassenbelag mit einem Reflexionsgrad von etwa 0,2 im wesentlichen gekennzeichnet ist durch:

a) eine mittlere horizontale Beleuchtungsstärke von mindestens 15 lx [1]) im Betriebszustand; gilt nicht für Leuchten unter Augenhöhe (Ziff. 24.4);

b) eine ausreichende Gleichmässigkeit der Leuchtdichte, die erhalten wird durch zweckmässige Wahl von Leuchte, Lichtpunkthöhe und Lichtpunktabstand (Ziff. 2.2 und 24.1; Fig. 3 und 4).

[1]) lx = lux

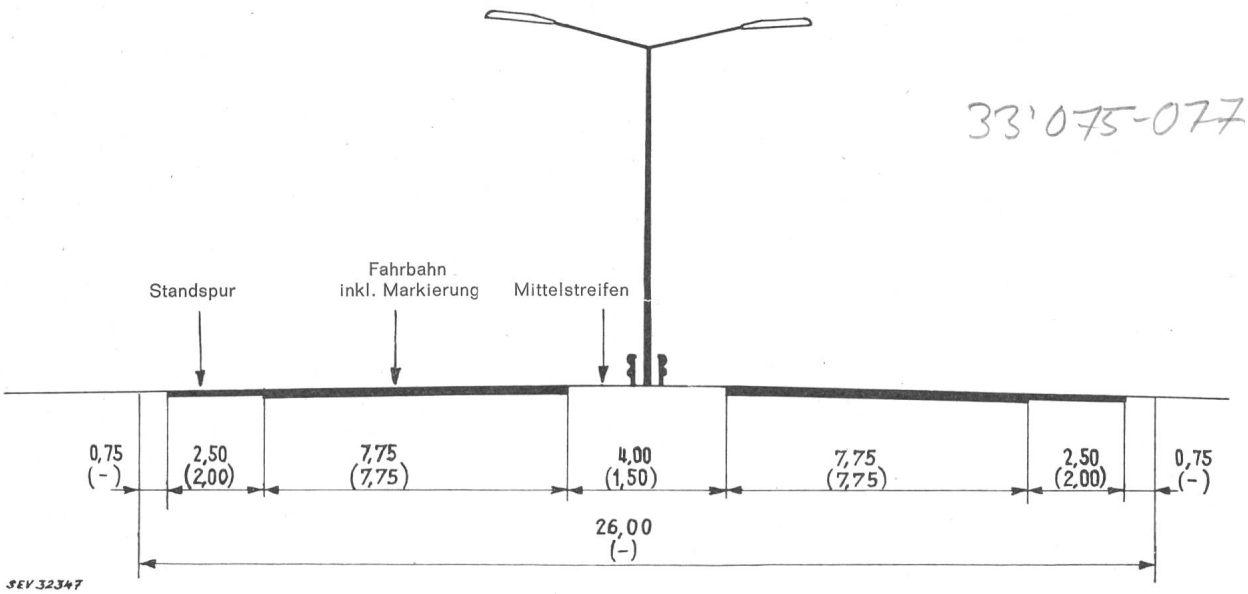

Fig. 1

Kandelaber im Mittelstreifen (Mittelanordnung)

Masse ohne Klammern: Regelquerschnitt für Autobahnen
Masse in Klammern: Regelquerschnitt für Expreßstrassen

Aus der Gleichmässigkeit der Beleuchtungsstärke darf nicht ohne weiteres auf die Gleichmässigkeit der Leuchtdichte geschlossen werden.

Wegen der grösseren Unfallgefahr auf den Anschlussbauwerken ist für die ganze Länge der Beschleunigungs- und Verzögerungsspuren ein höheres Beleuchtungsniveau erwünscht als auf den freien Strecken der Autobahn oder Expreßstrasse (Beispiel Fig. 3 und 4).

Für die Beleuchtung der Zufahrtsstrassen und der Rampen gelten die Ziff. 2.3 und 5.2.1.

Über die Lichtfarbe der Lampen und die verschiedenen Lampenarten sowie deren Eignung für die Beleuchtung von Autobahnen und Expreßstrassen wird auf Ziff. 2.5 und 4.1 verwiesen.

Es sind möglichst lange Strecken mit der gleichen Lichtart zu beleuchten (Ziff. 2.5, Al. 9; Ziff. 5.2, Al. 9).

23. Beleuchtungssysteme

Die Beleuchtungssysteme für Autobahnen und Expreßstrassen unterscheiden sich durch die Verwendung bestimmter Lampen und Leuchten sowie deren Anordnung. Die Wahl des Systems richtet sich vor allem danach, ob es sich um die Beleuchtung freier Autobahn- oder Expreßstrassenstrecken oder um die Beleuchtung von Bauwerken handelt, wo u. U. besondere Anforderungen erfüllt werden müssen (Ziff. 23.2).

23.1 *Beleuchtungssysteme auf freien Strecken*

Für die Beleuchtung freier Strecken von Autobahnen und Expreßstrassen sind geeignet:

a) Leuchten quer zur Strassenachse z. B. auf Kandelabern mit Auslegern (Ziff. 24.1);
b) Leuchten längs zur Strassenachse z. B. an Tragseilen (Ziff. 24.2).

23.2 *Beleuchtungssysteme im Bereiche von Bauwerken*

Im Bereiche von Anschlussbauwerken, Brücken, Viadukten und in Bahnnähe können besondere Anforderungen zu Beleuchtungslösungen führen wie:

a) Leuchten auf sehr hohen Masten (Ziff. 24.3);
b) Leuchten unter Augenhöhe in durchgehender linienförmiger Anordnung (Ziff. 24.4).

24. Anordnung und Ausführung von Beleuchtungsanlagen

Die elektrischen Installationen haben den Verordnungen des Bundes und der Kantone sowie den Vorschriften, Regeln und Leitsätzen des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV) zu entsprechen.

Beleuchtungsanlagen in Bahnnähe sind im Einvernehmen mit der Bahnunternehmung zu projektieren.

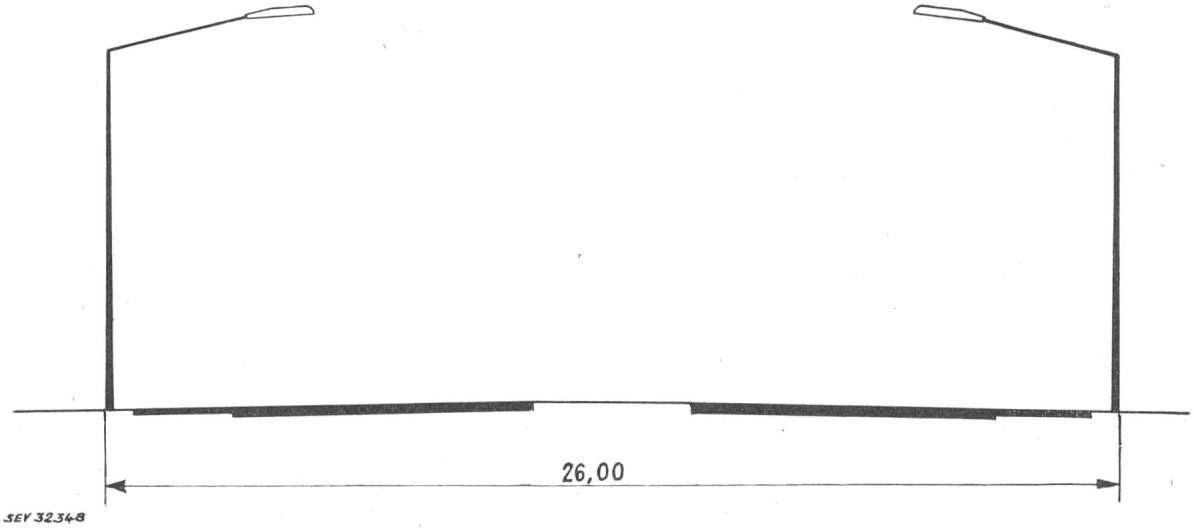

Fig. 2

Kandelaber an den Aussenseiten (Aussenanordnung)

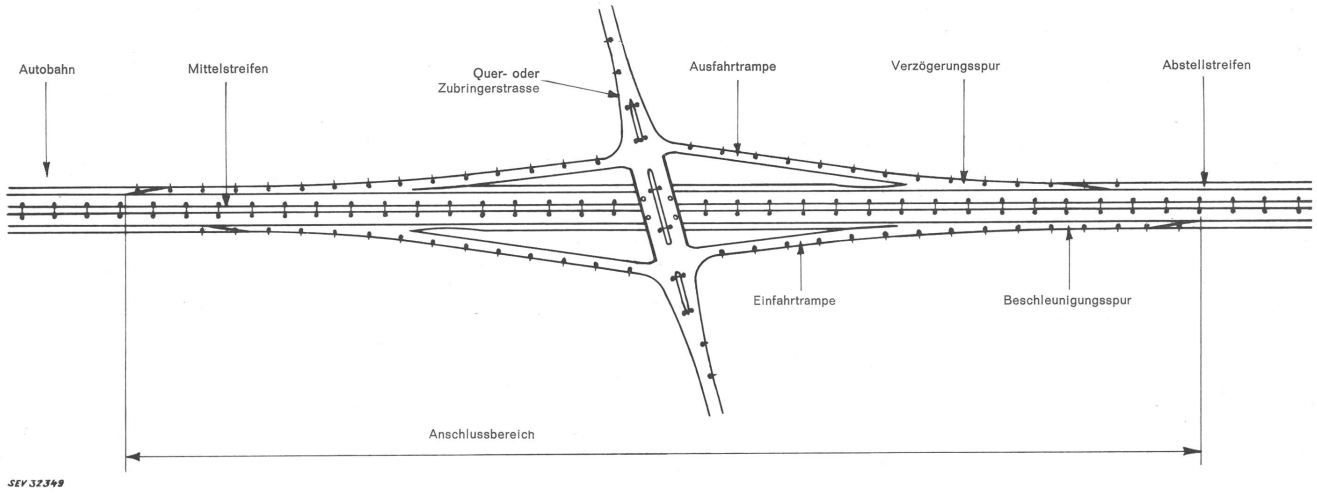

Fig. 3
Anschlussbauwerk «Raute»
Beispiel mit Mittelanordnung der Kandelaber

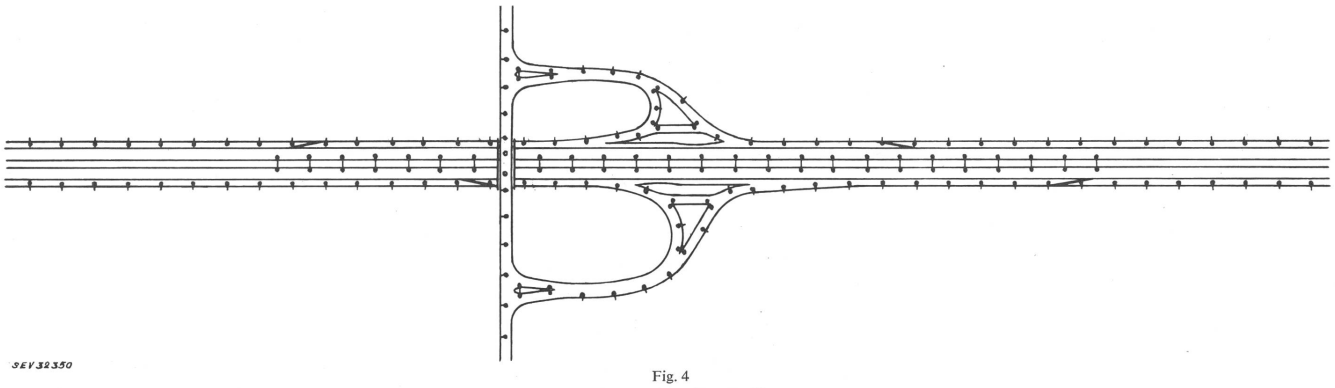

Fig. 4
Anschlussbauwerk «Halbes Kleeblatt»
Beispiel mit Aussenanordnung der Kandelaber auf den freien Strecken

Bei Unter- oder Überführungen von Strassen ist besonders wichtig, dass ihre Beleuchtung die Fahrzeugführer auf den verschiedenen Strassenebenen nicht blendet.

Wenn nicht von Anfang an eine Beleuchtungsanlage erstellt wird, sind folgende vorsorgliche Massnahmen zu berücksichtigen und mit der zuständigen Projektierungsstelle frühzeitig zu besprechen:

allgemein:
— Kanäle oder Rohre für die elektrischen Zuleitungen der Strassen- und Signalbeleuchtungen;

bei Kunstbauten insbesondere auch:
— Erstellung von Räumen, Nischen oder Kabinen für Speisepunkte und Kabelverteilungen mit Sicherungen;
— Aussparungen und Befestigungsmöglichkeiten für Kandelaber oder Leuchten unter Augenhöhe.

24.1 *Leuchten quer zur Strassenachse*

Die Kandelaber können bei *Strassen mit Normalprofil,* d. h. mit zwei Fahrspuren und einer Standspur je Fahrbahn, entweder im Mittelstreifen (Mittelanordnung, Fig. 1) oder an beiden Aussenseiten (Aussenanordnung, Fig. 2) aufgestellt werden.

Bei der *Mittelanordnung* ist auf freien Strecken gegenüber der Aussenanordnung nur die halbe Anzahl Kandelaber notwendig; alle Kandelaber befinden sich in einem Linienzug, wodurch ein ruhiges Strassenbild und eine gute visuelle Führung für den Fahrzeuglenker erreicht wird.

Im Bereich von Anschlussbauwerken (Fig. 3) wird die Mittelanordnung beibehalten; auf Zu- und Ausfahrten werden die Kandelaber mit den Leuchten in der Regel auf ihren Aussenseiten aufgestellt (Ziff. 5.2.1). Die Beleuchtung der Zu- und Ausfahrten soll bis zum Ende der Beschleunigungsstrecke reichen bzw. gleich am Anfang der Verzögerungsstrecke beginnen. Auf diesen Strekken ist ein erhöhtes Beleuchtungsniveau erforderlich (Ziff. 22, Al. 3).

Bei der *Aussenanordnung* ist auf freien Strecken im Vergleich zur Mittelanordnung die doppelte Kandelaberzahl erforderlich, was zusammen mit den auf beiden Strassenseiten verlegten Hauptkabeln höhere Erstellungskosten verursacht.

Im Bereich der Anschlußstellen von Zu- und Ausfahrten sind infolge der Fahrbahnverbreiterung und wegen des auf diesen Strecken erforderlichen höheren Beleuchtungsniveaus (Ziff. 22, Al. 3) zusätzliche Leuchten auf der linken Fahrbahnseite der Autobahn notwendig.

Bei Anschlussbauwerken mit beieinander liegenden Zu- und Ausfahrten (Fig. 4) ist auf der ganzen Strecke der Autobahn im Bereich der Beschleunigungs- und Verzögerungsstrecken die Mittelanordnung der Kandelaber zu wählen.

Tabelle I enthält für zwei Lichtpunkthöhen und verschiedene Lichtpunktabstände die *Lichtströme,* welche pro Leuchte im Neuzustand erforderlich sind, um die minimal verlangte mittlere horizontale Beleuchtungsstärke von etwa 15 lx im Betriebszustand und die ausreichende Gleichmässigkeit der Leuchtdichte zu erzielen. Diese Werte sind auf Grund von Versuchen und Berechnungen ermittelt und gelten angenähert sowohl für Aussen- als auch für Mittelanordnung. Sie beziehen sich auf eine Fahrbahn von 7,75 m Breite, auf einen mittelrauhen Belag mit einem Reflexionsgrad von etwa 0,2, einen mittleren Verminderungsfaktor von 0,7, sowie auf sog. asymmetrische Leuchten (Ziff. 4.2).

Lichtstrom pro Leuchte im Neuzustand, für die minimal erforderliche mittlere Beleuchtungsstärke von etwa 15 lx im Betriebszustand und die minimal erforderliche örtliche Gleichmässigkeit der Leuchtdichte.

Tabelle I

Lichtpunkthöhe m	Lichtpunktabstand m	Lichtstrom lm [1])
10	27	15 000
	30	17 000
	33	19 000
12	33	20 000
	36	22 000
	39	24 000

[1]) lm = Lumen

Für Strassen, die breiter sind als das Normalprofil (Fig. 1 und 2), ist bei drei Fahrspuren und einer Standspur je Fahrbahn der Aussenanordnung wegen der etwas besseren Gleichmässigkeit der Leuchtdichte gegenüber der Mittelanordnung der Vorzug zu geben. Bei noch breiteren Strassen ist die Kombination von Mittel- und Aussenanordnung notwendig.

Die für Queranordnung zu Grunde gelegten sogenannten asymmetrischen *Leuchten* mit bevorzugter Ausstrahlungsrichtung (Ziff. 4.2) sollen sich wie in den Fig. 1 und 2 dargestellt, über der Fahrbahn befinden. Eine Neigung der unteren Leuchtenfläche von etwa 5° gegenüber der Horizontalebene trägt den Anforderungen an Lichtstromausnützung (Tab. I) und Blendungsvermeidung in Kurven und in der Umgebung der Strassen Rechnung.

Wenn die Leuchten zwei oder mehr Lampen enthalten, sind Betriebssicherheit der Anlage und Verkehrssicherheit der Strasse grösser, als wenn sie nur eine Lampe aufweisen. Zudem kann in der Spätnacht auf Sparschaltung (Ziff. 7.2) mit reduzierter Lampenzahl übergegangen werden, ohne die Gleichmässigkeit der Leuchtdichte auf der Fahrbahn wesentlich zu beeinträchtigen.

Werden die Leuchten mit mehr als einer Natrium- oder Quecksilber-Leuchtstofflampe bestückt, so hat die Anordnung hintereinander in der Längsachse der Leuchte den Vorteil, dass sich auf nassen Fahrbahnen breitere Reflexstreifen ergeben, als wenn die Lampen nebeneinander liegen.

24.2 *Leuchten längs zur Strassenachse*

Werden die Leuchten längs zur Strassenachse angeordnet, so bewirken sie bei geeigneter Lichtverteilung (Al. 4) und bei genügend kleinen Lichtpunktabständen eine gute örtliche Gleichmässigkeit der Leuchtdichte auf der Fahrbahn, vor allem in ihrer Längsrichtung. Dem Fahrzeuglenker bietet sich ein ruhiges Strassenbild und eine gute visuelle Führung. Die Forderung nach Blendungsfreiheit (Ziff. 2.4) lässt sich leicht erfüllen.

Die Mittelanordnung (Fig. 5) gestattet, beide Fahrbahnen mit der gleichen Leuchte zu beleuchten. Werden die Leuchten an Tragseilen aufgehängt, so können gegenüber der Queranordnung die Mastabstäbe vergrössert werden.

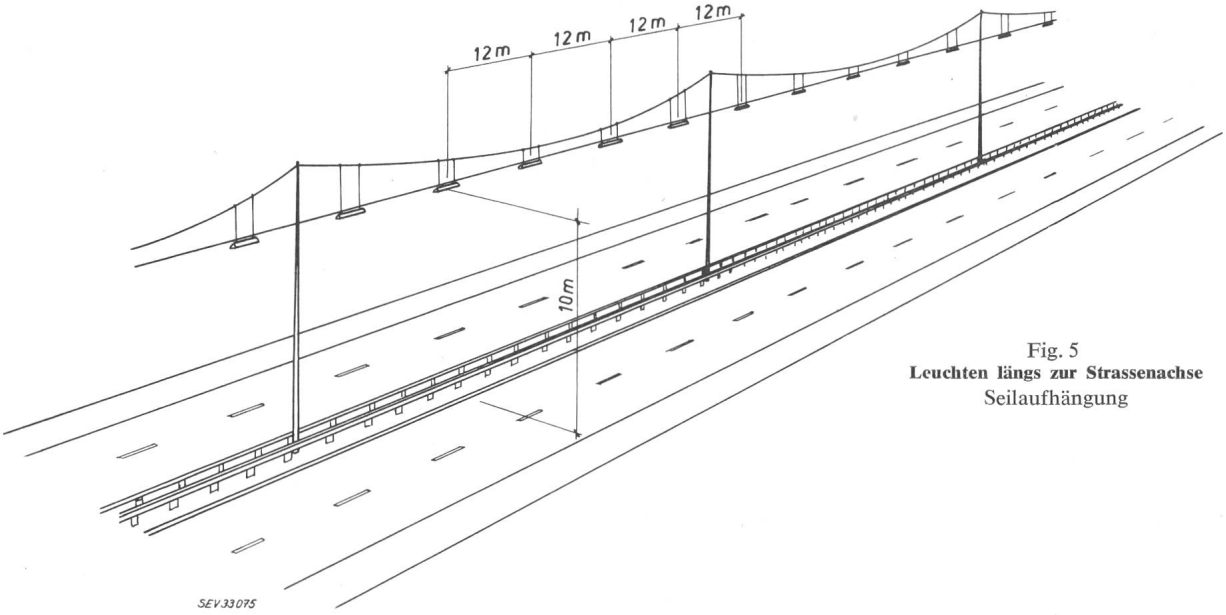

Fig. 5
Leuchten längs zur Strassenachse
Seilaufhängung

Im Bereich von Anschlussbauwerken gelten die gleichen Überlegungen wie bei der Mittelanordnung von Leuchten quer zur Strassenachse (Ziff. 24.1, Al. 3 und 6).

Die Richtung der grössten Lichtstärke der Leuchten (Hauptausstrahlungsrichtung) soll etwa auf den gegenüberliegenden Fahrbahnrand hinweisen und kann quer zur Strassenachse oder schräg gegen die Fahrtrichtung liegen (Fig. 6 und 7). Über diese beiden Möglichkeiten lässt sich nach dem derzeitigen Stand der Technik und unter der Voraussetzung von gleichem Lichtstrom und Lichtpunktabstand folgendes sagen: Leuchten mit der Hauptausstrahlungsrichtung quer zur Strassenachse begünstigen die Blendungsfreiheit bei guter örtlicher Gleichmässigkeit der Leuchtdichte; Leuchten mit der Hauptausstrahlungsrichtung schräg gegen die Fahrtrichtung erhöhen die mittlere Leuchtdichte auf der Fahrbahn.

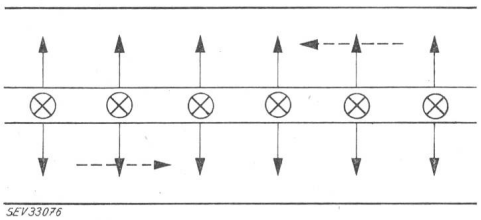

Fig. 6

Hauptausstrahlungsrichtung quer zur Strassenachse

---► Fahrtrichtung

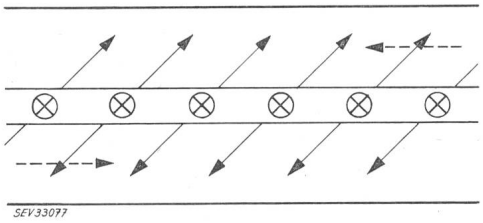

Fig. 7

Hauptausstrahlungsrichtung schräg gegen die Fahrtrichtung

---► Fahrtrichtung

Als Lichtquellen eignen sich z. B. Fluoreszenzlampen, Quecksilber-Leuchtstofflampen oder Natriumlampen.

Der pro Leuchte erforderliche Lichtstrom im Neuzustand bei Lichtpunktabständen von 12 m und Lichtpunkthöhen von 10 m beträgt etwa 12 000 lm. Damit kann eine Autobahn mit zwei Fahrspuren und einer Standspur je Fahrbahn vom Mittelstreifen aus so beleuchtet werden, dass die mittlere Beleuchtungsstärke von etwa 15 lx im Betriebszustand und eine ausreichende Gleichmässigkeit der Leuchtdichte erreicht wird. Für das Strassenprofil, den Belag und den Verminderungsfaktor gelten die gleichen Voraussetzungen wie in Ziff. 24.1, Al. 7.

24.3 *Leuchten auf sehr hohen Masten*

Die Beleuchtung von sehr hohen Masten aus, auf denen mehrere oder besonders grosse Leuchten montiert werden, kommt in Frage für Anschlusswerke und Kreuzungen. Dadurch lässt sich die Zahl der Kandelaber vermindern und eine Blendung auf sich gegenseitig in verschiedenen Ebenen kreuzenden Fahrbahnen vermeiden. Der Überblick über die ganze Anlage wird begünstigt und die Orientierung erleichtert.

24.4 *Leuchten unter Augenhöhe*

Leuchten unter Augenhöhe in durchgehender linienförmiger Anordnung im Mittelstreifen oder seitlich an Geländern, Brüstungen, Leitplanken, Stützmauern, Wänden usw. montiert, können in besonderen Fällen aus ästhetischen, baulichen oder lichttechnischen Gründen von Interesse sein. Für dieses Beleuchtungs-System gelten nicht die gleichen Anforderungen, wie sie in Ziff. 22 enthalten sind. Durch solche Installationen dürfen die Verkehrs- und Betriebssicherheit in keiner Weise beeinträchtigt werden (Ziff. 5.6).

Lichttechnische Angaben in Vorbereitung.

25. Speisung der Beleuchtungsanlagen

Die Zuleitung der elektrischen Energie soll aus einem Netzverteilpunkt (Transformatorenstation, Verteilkabine) über ein direktes Kabel möglichst in den Belastungsschwerpunkt erfolgen. Bei Anschlussbauwerken sind aus Sicherheitsgründen mehrere Kabelstränge zu verlegen und in einer Kabine oder Nische einzeln abzusichern. Darin können auch Zähler, Kommandoempfänger, Schaltapparate, Sicherungen usw. untergebracht werden.

Speise- und Verteilkabel sind, um genügend Schaltmöglichkeiten zur Verfügung zu haben, vieradrig zu wählen. Die Kabelquerschnitte müssen so bemessen werden, dass der Spannungsabfall, Reserve für eine Erhöhung der Lampenleistung eingerechnet, bei der letzten Leuchte nicht mehr als 5 % beträgt. Das Verteilkabel kann entweder direkt in die Kandelaber eingeschlauft werden, was bei Störungen eine rasche Fehlerortsbestimmung ermöglicht, oder es wird für den Anschluss jedes Kandelabers eine Abzweigmuffe eingebaut.

Die Kabeltrassen sind bei der Projektierung der Strasse abzuklären und in den Plänen festzuhalten.

26. Betrieb und Unterhalt

Grundsätzlich gelten die Bestimmungen der Ziff. 7, sofern Autobahnen und Expreßstrassen keine abweichenden Bestimmungen bedingen. Die Beleuchtungsanlagen auf Anschlussbauwerken mit den Beschleunigungs- und Verzögerungsspuren, sowie auf Expreßstrassen sollen während der ganzen Nacht eingeschaltet bleiben.

Alle Unterhaltsarbeiten werden mit Vorteil in verkehrsarmen Stunden durchgeführt.

Auf Strassen mit Normalprofil kann sowohl bei Mittel- als auch bei Aussenanordnung der Kandelaber (Fig. 1 und 2) der Unterhalt der Leuchten bei Verwendung geeigneter Montagebühnen von der Standspur aus erfolgen, ohne den Verkehr zu behindern.

27. Verkehrssignale

Grundsätzlich gelten die Bestimmungen der Ziff. 8. Auf Autobahnen und Expreßstrassen sind wichtige Signale mit Eigenbeleuchtung zu versehen. Ihre Standorte und die elektrischen Zuleitungen sind bei der Projektierung der Strassen festzulegen.

Herausgeber:
Schweizerischer Elektrotechnischer Verein, Seefeldstrasse 301, Zürich 8.
Telephon (051) 34 12 12.

Redaktion:
Sekretariat des SEV, Seefeldstrasse 301, Zürich 8.
Telephon (051) 34 12 12.

«Seiten des VSE»: Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke, Bahnhofplatz 3, Zürich 1.
Telephon (051) 27 51 91.

Redaktoren:
Chefredaktor: **H. Marti,** Ingenieur, Sekretär des SEV.
Redaktor: **E. Schiessl,** Ingenieur des Sekretariates.

Inseratenannahme:
Administration des Bulletins SEV, Postfach 229, Zürich 1.
Telephon (051) 23 77 44.

Erscheinungsweise:
14täglich in einer deutschen und in einer französischen Ausgabe. Am Anfang des Jahres wird ein Jahresheft herausgegeben.

Bezugsbedingungen:
Für jedes Mitglied des SEV 1 Ex. gratis. Abonnemente im Inland: pro Jahr Fr. 66.—, im Ausland pro Jahr Fr. 77.—. Einzelnummern im Inland: Fr. 5.—, im Ausland: Fr. 6.—.

Nachdruck:
Nur mit Zustimmung der Redaktion.

Nicht verlangte Manuskripte werden nicht zurückgesandt.