Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 53 (1962)

Heft: 24

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: 09.08.2025

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

Fortsetzung von Seite 1188 — Suite de la page 1188

Technische Neuerungen — Nouveautés techniques

Ohne Verantwortung der Redaktion — Cette rubrique n'engage pas la rédaction

Neuartige Lichtplatten aus Glasfaserkunststoff

[Mitgeteilt von Dr. M. Wedemeyer, München]

Neuartige Platten aus Polyesterharz mit Fiberglas-Flocken wurden kürzlich in den Vereinigten Staaten von der Owens-Corning Fiberglas Corp. auf den Markt gebracht. Die Platten eignen sich vor allem für Beleuchtungszwecke. Sie verhindern direktes und reflektierendes grelles Licht. Durch die Glasflocken, die im Kunstharz eingebettet sind, wird einfallendes Licht gestreut, ohne die Helligkeit einzuschränken. Die mit dem Polyesterharz vermischten Glasflocken geben der Kunststoffplatte ein dekoratives Aussehen.

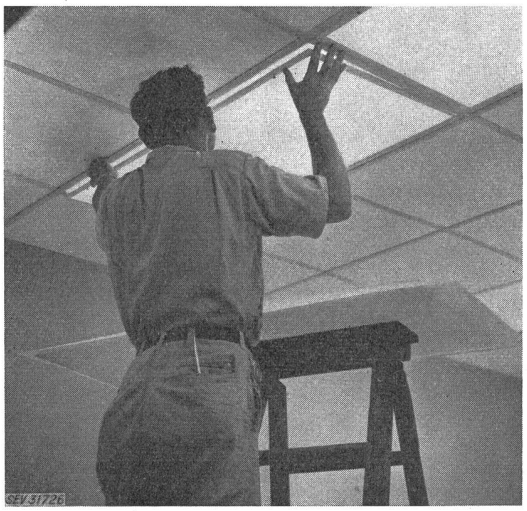

Fig. 1
Installation einer Lichtplatte aus Glasfaserkunstharz

Mit Glasfasermatten verstärkte Lichtplatten aus Akrylharz wurden gleichfalls eingeführt. Diese Lichtplatte hat nach Angaben des Herstellers hervorragende Beständigkeit in jeder Witterung und ermöglicht eine gute Lichtstreuung. Das Produkt ist ein dreiteiliger Glasfaserschichtstoff. Das Akrylharz verbindet jeweils eine mittlere Schicht aus einer schweren Glasfasermatte und zwei Aussenschichten aus leichten Oberflächenmaten. Versuche mit diesem Platten haben die guten Eigenschaften des Materials erwiesen. Beispielsweise wurde das Produkt vom South Florida Test Service in Miami geprüft, wobei sich nach intensiver Sonneneinwirkung keine Veränderungen des Materials zeigten. Ebenfalls ergaben sich nach einem 2000stündigen Versuch mit einem Bewitterungsapparat keine Änderungen im Oberflächenglanz der Platte und keine Verfärbungen. Gleichzeitige Teste mit Platten aus den bisher verwendeten Kunstharzen wiesen beim Gebrauch von Oberflächenmatten aus Fiberglas einen 35prozentigen Verlust des ursprünglichen Glanzes auf. Bei den gleichen Platten ohne Oberflächenmatten wurde in diesem Fall ein 75prozentiger Verlust des ursprünglichen Glanzes festgestellt.

Die Lichtplatten aus Akrylharz werden zunächst in vier Farben hergestellt. Die Lichtdurchlässigkeit beträgt bei den Farben «industrial frost» 80 Prozent, weiss und hellgrün 75 Prozent und mittelgrün 60 Prozent. Als mögliche Einsatzgebiete der Kunststoffplatte auf dem Baumarkt werden Wand- und Deckenverkleidungen, Trennwände, Bedachungen für Garagen, Gewächshäuser, Lichthöfe, Kuppelbauten sowie Dekorationsmaterial genannt. Die Akrylharzplatte ist unzerbrechlich, rost- und korrosionssicher, fault nicht und ist gegenüber Rauch und den meisten Säuren unempfindlich. Ausserdem verursacht die Platte keine grossen Instandhaltungskosten, zumal der Einsatz von Farbe und Kitt entfällt. Von weiterem Vorteil ist die leichte Installation des Materials (Fig.1), die keine besonderen Werkzeuge erfordert.

Mitteilungen — Communications

Verschiedenes

13. Tagung der Schweizerischen Gesellschaft für Automatik (SGA)

Gemeinsam veranstaltet mit dem schweizerischen Chemiker-Verband, anlässlich der 2. Internationalen Fachmesse für Laboratoriumstechnik, Messtechnik und Automatik in der Chemie, im Kongreßsaal der Schweizer Mustermesse in Basel, war die 13. Tagung der SGA ein grosser Erfolg.

Der erste Tag, der 15. Oktober 1962, war der «höheren Operationen der Automatik» gewidmet. Die klassische Regelungstechnik befasst sich hauptsächlich mit der Bestimmung der Stabilitätsbedingungen von rückgekoppelten Systemen, wobei stillschweigend angenommen ist, dass ihr Sollwert konstant oder von Hand einzustellen ist.

Es hat sich in den letzten Jahren eine «höhere Automatik» herausgebildet, welche das Verhalten von automatischen Komplexsystemen behandelt, mit einer Mehrzahl von Regelkreisen, deren Sollwerte ihrerseits automatisch einzustellen sind, um «optimale» Betriebsbedingungen zu erreichen. Verschiedene Optimierungsmethoden wurden entwickelt, insbesondere gestützt auf die Arbeiten von Wiener, Bellmann, Pontryagin, Kalman, Bertram und Tsypkin.

Das Thema der Tagung vom 16. und 17. Oktober 1962 war den «elektronischen, automatischen und digitalen Methoden beim Messen, Zählen, Wägen, Dosieren und Prüfen mit Anwendungen in der Chemie» gewidmet.

Die heutige Entwicklung der Verfahrenstechnik erfordert neue Geräte für die Messung, die Übertragung, die Umwandlung und die automatische Verarbeitung von Daten und Signalen.

Diese Fachtagung wurde in ausführlicher Weise durch die Fachmesse «ILMAC 1962» und die «British Electronic Component and Instrument Exhibition» ergänzt. *M. Cuénod*

Vereinsnachrichten

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

Unsere Verstorbenen

Der SEV beklagt den Hinschied der folgenden Mitglieder:

P. Max Müller, alt Direktor, Mitglied des SEV seit 1945, gestorben am 8. Juli 1962 in Zürich im Alter von 82 Jahren;

Alphons Burry, alt Direktor der «Elektrowirtschaft», Mitglied des SEV seit 1909 (Freimitglied), gestorben am 4. November 1962 in Kilchberg (ZH) im Alter von 80 Jahren.

Wir entbieten den Trauerfamilien unser herzliches Beileid.

Fachkollegium 1 des CES

Wörterbuch

Das FK 1 hielt am 30. Oktober 1962 unter Vorsitz seines Präsidenten, M. K. Landolt, in Bern seine 20. Sitzung ab.

Nach Kenntnisnahme des Protokolls der Sitzungen des CE 1 *(R.M. 704/CE 1)* in Bukarest 1962, berichtete der Vorsitzende über die schweizerische Vertretung in der Arbeitsgruppe 2 des CE 1. Diese Arbeitsgruppe hat die Aufgabe Direktiven, die eine Koordination zwischen dem CE 1 und den Spezial-Comité d'Etude betreffend die 3. Auflage des Wörterbuches ermöglichen.

Im weiteren wurde eine allfällige Übernahme des Wörterbuches, 2. Auflage, im Vorschriftenwerk des SEV besprochen. Die Tendenzen zur Übernahme des Wörterbuches wurden begrüsst. Da aber dieses nicht in eine der Kategorien Vorschriften, Regeln oder Leitsätze eingereiht werden kann, wurde eine Übernahme, als Norm des SEV, abgelehnt. Dagegen begrüsst es das FK, wenn das Sekretariat des CES eine Form sucht, die jeden Abonnenten oder Bezüger von Vorschriften darauf aufmerksam macht, dass ein internationales Wörterbuch besteht, und dass dessen Benützung im allgemeinen Interesse liegt.

Zuletzt wurde der Stand der Arbeiten von 8 Arbeitsausschüssen besprochen. *E. Schiessl*

Fachkollegium 4 des CES

Wasserturbinen

Das FK 4 hielt am 28. Juni 1962 in Bern seine 32. Sitzung ab. Unter dem Vorsitz seines Präsidenten, Prof. H. Gerber, diskutierte es einen Entwurf «Abnahmeversuche an Speicherpumpen», der in die 4. Auflage der Regeln für Wasserturbinen, Publ. 0178 des SEV, aufgenommen werden soll. Es beschloss, die Terminologie in den Regeln für Turbinen und Pumpen zu vereinheitlichen, obwohl in der Fachsprache noch keine Einigung über die verschiedenen Ausdrücke besteht. Das FK 4 kam überein, die 4. Auflage der schweizerischen Regeln für Wasserturbinen als «Regeln für hydraulische Maschinen» mit den Kapiteln «Allgemeines, Turbinen, Pumpen, Messtechnik» herauszugeben. Prof. Gerber teilte mit, dass die CEI-Publikation «Field Test Code for Hydraulic Turbines» in französischer und englischer Sprache und in deutscher Uebersetzung ungefähr Ende 1962 erscheinen werde. Die entsprechende CEI-Publikation für Speicherpumpen wird später folgen.

In die 4. Auflage der Regeln soll auch ein Kapitel über Kavitationsgarantien aufgenommen werden. Das FK 4 besprach deshalb einen Entwurf, den P. Jaray und H. Gimpert auf Grund der Ergebnisse einer Umfrage bei Kraftwerken ausgearbeitet hatten. Aus diesen Ergebnissen sind für die verschiedenen Turbinentypen, bezogen auf 8000 Betriebsstunden und einen Laufraddurchmesser von einem Meter, das durch Kavitation wegkorrodierte Material, bezw. die für die Reparatur benötigte Anzahl Elektroden und die erforderliche Zeit ersichtlich. Prof. H. Gerber erläuterte an Hand von Diagrammen errechnete Faktoren für diese Grössen und stellte fest, dass frühere für normalen Stahlguss angegebene Werte als zu hoch bezeichnet werden müssen. P. Jaray und H. Gimpert wurden gebeten, auf die nächste Sitzung hin einen geeigneten Vorschlag für Kavitationsgarantien auf Grund der zusammengestellten Grössen auszuarbeiten. Das Fachkollegiun kam ferner überein, einen Arbeitsausschuss zu bilden, der ebenfalls für die 4. Auflage der Regeln ein Kapitel über die Methode der thermodynamischen Wirkungsgradmessung ausarbeiten soll.

Anschliessend stellte das FK 4 fest, dass der Entwurf *4(Secretariat)18*, Draft International Code for Testing of Governing Systems for hydraulic turbines, seinen Wünschen entspreche, jedoch noch etwas zu weit gehe. Es beschloss, eine Arbeitsgruppe zu bilden, die eine schweizerische Stellungnahme entwerfen soll. Der Vorsitzende erwähnte, dass die Regeln nur zur Kontrolle der Regulatoren dienen und dass für die Ueberprüfung ganzer Regelsysteme später zusätzliche Anforderungen ausgearbeitet werden. Das FK 4 legt Wert darauf, dass vereinfachte Regeln aufgestellt werden. Der Code soll für Normalfälle Gültigkeit haben und ist derart zu gestalten, dass Unkundige nicht Unmögliches verlangen können.

Die Mitglieder des FK 4 besprachen anschliessend das Dokument *4(Bureau Central)9*, Projet — Code d'essai international de turbines hydrauliques relatif aux essais de réception sur modèle réduit, und beschlossen, ihm zuzustimmen, um die Veröffentlichung der CEI-Publikation nicht zu verzögern. Von V. Raeber eingereichte Bemerkungen sollen deshalb durch den Vorsitzenden der Redaktionskommission des CE 4 unterbreitet werden. *E. Schlatter*

Fachkollegien 13A und 13B des CES

Zähler bzw. Elektrische Messinstrumente

Die Fachkollegien 13A und 13B hielten am 16. August 1962 in Zürich unter dem Vorsitz ihres Präsidenten, Prof. Dr. H. König, die 17. bzw. 20. Sitzung ab. Diese gemeinsame Sitzung diente zur Vorbereitung auf die internationalen Sitzungen des CE 13, die vom 17. bis 28. September 1962 in Portorož (Yugoslawien) stattfinden.

Der Vorsitzende gab Kenntnis vom Rücktritt von Ing. P. Schmid, Abteilungschef des Elektrizitätswerkes der Stadt Bern, aus dem FK 13A und gedachte der langjährigen initiativen Mitarbeit des Zurücktretenden mit herzlichen Worten. Als Nachfolger wurde vom CES H. Morgenthaler, Chef der Zählersektion des Elektrizitätswerkes der Stadt Bern, in das Fachkollegium gewählt.

Das zur Stellungnahme vorliegende und an den internationalen Sitzungen zur Diskussion stehende Dokument *13A/13B(Secrétariat)208/207*, Projet de recommandations concernant les exigences relatives à la sécurité pour les appareils de mesure électrique, les appareils électriques de mesure, et les appareils de mesure électronique, ainsi que leurs accessoires, wurde eingehend besprochen. Die Fachkollegien beschlossen, dazu international Stellung zu nehmen. In den schweizerischen Bemerkungen soll erwähnt werden, dass die Schaffung von getrennten Sicherheits-Empfehlungen für Zähler, für anzeigende Messinstrumente, für Registrierinstrumente und für elektronische Messinstrumente vorgezogen würde, da die Anforderungen an diese vier Apparate-Kategorien sehr verschieden sind. Damit würde es möglich, die durch die aufgeteilte Behandlung umfangmässig stark reduzierten Sicherheits-Anforderungen für die einzelnen Apparate-Kategorien als Anhang zu den bestehenden und in Entstehung begriffenen Empfehlungen herauszugeben. Zudem sollen einzelne Anforderungen allgemeiner gehalten werden, damit dem Prüfbeamten mehr Freiheit bleibt. Für den Fall, dass am Entwurf in der vorliegenden Form weitergearbeitet wird, beantragen die Fachkollegien noch verschiedene materielle und redaktionelle Änderungen.

Im Anschluss an die Diskussion des Dokumentes wurde zu Handen des CES die Delegation an die Sitzungen des CE 13 bestimmt. An den Sitzungen in Portorož werden das FK 13A und das FK 13B je durch ein Mitglied vertreten sein.

Sodann legte der Präsident einen Entwurf über schweizerische Regeln für Volt-, Ampère- und Wattmeter der Klasse 0,1 vor, der vom Eidg. Amt für Mass und Gewicht (AMG) ausgearbeitet wurde. Der Entwurf soll dem FK 13B zur Stellungnahme unterbreitet werden. Gleichzeitig wird er vom AMG den zuständigen Stellen der «Organisation Internationale de Métrologie Légale» zur Begutachtung vorgelegt, da die Absicht besteht, die schweizerischen Regeln als Grundlage für internationale Regeln für Prüfungen an Messinstrumenten dieser Genauigkeitsklasse zu verwenden. *H. Lütolf*

Fachkollegium 14 des CES

Transformatoren

Das FK 14 trat am 20. August 1962 in Bern unter dem Vorsitz seines Präsidenten, Dr. A. Goldstein, zur 5. Sitzung zusammen. Es diskutierte das Dokument *14(Secrétariat)54*, Revision de la Publication 76 (1955) de la CEI, Transformateurs de puis-

sance, und die vom englischen Sekretariatskomitee im Dokument *14(Secrétariat)55* dazu unterbreiteten Bemerkungen. Nach eingehenden Besprechungen wurde beschlossen, dem CES eine Stellungnahme zu den Dokumenten vorzuschlagen. Darin sollen präzisere Definitionen der «Sinusform von Spannungskurven» und der «Symmetrie von Mehrphasensystemen» vorgeschlagen werden. Neben einer Reihe weiterer textlicher Präzisierungen wird ferner beantragt, eine Differenzierung der Toleranzen für Zwei- und Mehrwindungstransformatoren festzulegen. Bei Mehrwindungstransformatoren sollen Zahlenwerte für die Toleranzen nur für das erste Wicklungspaar eingesetzt werden. Ferner soll gegen die neue Bestimmung Einspruch erhoben werden, dass die Summe der gemessenen Verluste auf die während des Erwärmungsversuches bestimmte Endtemperatur korrigiert werden muss. Die bisherige Regelung, die Verluste auf die Bezugstemperatur von 75 °C zu beziehen, war wesentlich einfacher und eindeutiger und wird deshalb vorgezogen. Schliesslich schlägt das FK 14 vor, eine weitere Figur in die revidierte Publikation 76 aufzunehmen, welche ein Beispiel für die Schaltung einer aus drei Einphasentransformatoren bestehenden Dreiphasengruppe gibt. Ein Vorschlag für ein solches Beispiel soll in der schweizerischen Stellungnahme vorgelegt werden. Die Ausarbeitung der Bemerkungen wurde einem Ausschuss, bestehend aus dem Vorsitzenden, H. Lutz und dem Sekretär der Sektion A des CES, übertragen. Die Stellungnahme soll in Französisch und Englisch verteilt werden, ein Verfahren, das das FK 14 in Zukunft möglichst immer anwenden möchte.

Im Anschluss orientierte der Vorsitzende über die Schritte, welche auf Wunsch der Fachkollegien 2, Elektrische Maschinen, 16, Klemmenbezeichnungen, und 38, Messwandler, unternommen worden sind, um das CE 14 zu veranlassen, Klemmenbezeichnungen für Transformatoren festzulegen. Nachdem das britische Sekretariatskomitee des CE 14 auf eine Anfrage im vergangenen Jahr mit dem Hinweis geantwortet hat, das CE 14 hätte im Juni 1959 im Hinblick auf die im Jahr 1957 misslungenen Anstrengungen beschlossen, keine Regeln für Klemmenbezeichnungen für Transformatoren auszuarbeiten, wurde der Vorsitzende des CE 14, Prof. R. O. Kapp (England) gebeten, die Anregung in Wiedererwägung zu ziehen. Der Präsident des CE 14 ist bereit, einen Wiedererwägungsantrag, der von einem praktisch realisierbaren Vorschlag begleitet ist, im CE 14 zu behandeln. Es liegt also an den schweizerischen Interessenten, einen Vorschlag auszuarbeiten. Da die im FK 14 vertretenen Elektrizitätswerke jedoch glauben, von ihren verschiedenen jetzigen Klemmenbezeichnungen nicht abweichen zu können, dürfte es sehr schwierig sein, einen schweizerischen Einigungsvorschlag zustande zu bringen und international einzureichen. Das FK 14 beschloss deshalb, die Fachkollegien 2, 16 und 38 aufzufordern, die von ihnen benötigten Klemmenbezeichnungen ohne Rücksicht auf die Klemmenbezeichnungen für Transformatoren festzulegen.

Im Anschluss daran diskutierte das Fachkollegium die vom FK 28, Koordination der Isolation, vorgeschlagenen Änderungen an der Publ. 0183.1957 des SEV, Regeln und Leitsätze für die Koordination der Isolationsfestigkeit in Wechselstrom-Hochspannungsanlagen. Es stimmte den Änderungsvorschlägen zu und beantragt einzig, den Ausdruck «Leistungstransformatoren mit Luftisolation» durch den in der Publ. 0189.1956 des SEV, Regeln für Transformatoren, verwendeten Begriff «Trockentransformatoren» zu ersetzen.

Im Hinblick auf die Sitzungen des CE 14 und des SC 14B, Changeurs de prises de réglage en charge, die im November 1962 in Brüssel stattfinden, wurden die Traktandenlisten dieser Comités besprochen und zu Handen des CES die Delegationen und Delegationschefs bestimmt. Die Schweiz wird an den Sitzungen des CE 14 durch drei und an jenen des SC 14B durch ein bis zwei Delegierte vertreten sein.

Der Vorsitzende orientierte sodann über die Tätigkeit des Ausschusses für Ionisationsfragen der Fachkollegien 14 und 38. Brown Boveri hat eine Störspannungsquelle entwickelt, die eine einigermassen reproduzierbare Störspannung abgibt. Diese soll noch etwas verbessert werden und dann den verschiedenen Laboratorien, die sich am beabsichtigten Rundversuch beteiligen, zur Verfügung gestellt werden. Im Einverständnis mit dem Präsidenten des FK 38, Prof. Dr. H. König, schlug der Vorsitzende dem FK 14 vor, den Ausschuss durch zwei Fachleute aus dem FK 42, Hochspannungsprüftechnik, zu ergänzen. Das Fachkollegium stimmte diesem Antrag zu. Die nächste Sitzung des FK 14 soll nach den Sitzungen von Brüssel stattfinden. *H. Lütolf*

Fachkollegium 24 des CES

Elektrische und magnetische Grössen und Einheiten

Das FK 24 hielt am 30. Oktober 1962 unter dem Vorsitz seines Präsidenten, M. K. Landolt, in Bern seine 28. Sitzung ab.

Vorerst wurde das Protokoll der Sitzungen des CE 24 in Bukarest *(R.M.719/CE 24)* zur Kenntnis genommen. Dabei wurde festgestellt, dass die einzelnen Traktanden nur in den seltesten Fällen abschliessend behandelt werden konnten und damit das Resultat, gemessen zum Aufwand, sehr bescheiden ausfiel. In die Arbeitsgruppe des CE 24 für die Behandlung der Konvention betreffend elektrische und magnetische Kreise wurde als Mitglied der Antragsteller und Verfasser des Grunddokumentes, M. K. Landolt, bezeichnet.

Dem Dokument *24(Secrétariat)123* (Question concernant les numéros 5–53.a et 5–54.a du projet de recommandation ISO N° 439) wurde ebenso wie dem Dokument *24(Bureau Central)121* (Projet de Publication — Recommandations de la CEI dans le domaine des grandeurs et unités utilisées en électricité) zugestimmt.

Nach Kenntnisnahme der seit der letzten Sitzung versandten Dokumente wurde die Sitzung geschlossen. *E. Schiessl*

Fachkollegium 25 des CES

Buchstabensymbole und Zeichen

Das Fachkollegium 25 hielt am 30. Oktober 1962 unter dem Vorsitz seines Präsidenten, M. K. Landolt, seine 41. Sitzung in Bern ab. Nach Genehmigung des Protokolls wurde eine Eingabe von Dr. Ruppel, Sekretär der International Federation of Automatic Control, die er durch Vermittlung von Prof. Ed. Gerecke eingereicht hatte, behandelt. In dieser wird das Symbol «bis» in der Publ. 0192, Ziff. 6–121, angefochten und darauf hingewiesen, dass dieses Symbol nicht den neuesten deutschen Normen entspricht. Die Disskussionen ergaben, dass für den allgemeinen technischen Gebrauch das Symbol in der Publ. 0192 des SEV richtig ist; es wird lediglich in der nächsten Auflage eine Präzisierung für die Anwendung dieses Symboles erfolgen.

Im weiteren wurde Stellung genommen zur Frage der Übernahme der Publ. 27 der CEI (Symboles littéraux internationaux utilisés en électricité — Symboles de grandeurs — alphabets et caractères) der CEI als schweizerische Norm. Es wurde anlässlich der Diskussionen festgestellt, dass bis jetzt in der Publ. 0192 des SEV sämtliche Empfehlungen der Publ. 27 der CEI berücksichtigt sind. Die Publ. 27 der CEI enthält ausserdem nur einen Bruchteil jener Symbole, die in der Publ. 0192 des SEV aufgeführt sind; zudem äusserte sich ein CES-Mitglied dahin, dass man mit der Übernahme von Empfehlungen der CEI in schweizerische Normen sehr vorsichtig sein muss, denn es ist nicht gesagt, dass solche Normen den schweizerischen Verhältnissen immer entsprechen, so dass sich nachher bei allfälligen Änderungen Schwierigkeiten ergeben können.

H. Oswalt berichtete über die Sitzungen des CE 25 in Bukarest und über die neu gegründete Arbeitsgruppe 1. Diese hat die gleichen Aufgaben, mit etwas erweiterten Kompetenzen wie das ehemalige Comité d'Experts. Der Präsident ist M. K. Landolt (Schweiz), der Sekretär Dr. Brainerd (USA).

Zuletzt wurden die seit der letzten Sitzung verschickten Dokumente zur Kenntnis genommen, bzw. im Einzelfall besprochen. *E. Schiessl*

Fachkollegium 40 des CES

Kondensatoren und Widerstände für Elektronik und Nachrichtentechnik

Das FK 40 trat am 23. August 1962 in Zürich unter dem Vorsitz seines Präsidenten, A. Klein, zu seiner 27. Sitzung zusammen. Zu einer ausgedehnten Aussprache führte das Dokument *40(Secretariat)114*, Report of the IEC/TC 40 representative in ISO/TC 19, Preferred numbers. Es wurde eindeutig festgestellt, dass diese Berichterstattung im Widerspruch steht zu den von der ISO veröffentlichten Resolution sowie zu der Berichterstattung des an den internationalen Sizungen des TC 19 der ISO anwesenden schweizerischen Delegierten. Das Dokument führt zum falschen Eindruck, die ISO empfehle die sofortige Drucklegung der vom CES sowie von anderen Ländern abgelehnten Vorzugsreihe für engtolerierte Widerstände und Kondensatoren als Publikation der CEI, wogegen in Wirklichkeit die ISO-Resolution 5 der CEI empfiehlt, mit der Drucklegung zuzuwarten. Da noch immer die Aussicht besteht, dass die ISO eine unseren Wünschen besser entsprechende Vorzugsreihe festlegen wird und die Veröffentlichung zweier voneinander verschiedener aber dem selben Zweck dienender Reihen der CEI und der ISO unbedingt vermieden werden muss, beschloss das FK 40, in seiner Stellungnahme die Sachlage international richtig zu stellen.

Das Dokument *40(Secretariat)109*, Specification for polystyrene film dielectric capacitors for direct current, wurde eingehend ziffernweise durchbesprochen. Da nicht einzusehen ist, warum solche Kondensatoren auf Gleichstromanwendungen beschränkt sein sollen, wurde beschlossen zu beantragen, diese Einschränkung aufzuheben. Entsprechend dem Vorschlag des internationalen Sekretariates sollen Kondensatoren zwischen 1000... 10 000 pF bei 100 kHz auf Kapazität und Verlustfaktor ausgemessen werden; das FK 40 beantragt diese Messung bei 1 MHz durchzuführen wie bei Kondensatoren $<$ 1000 pF. *E. Ganz*

Fachkollegium 52 des CES

Gedruckte Stromkreise für Elektronik und Nachrichtentechnik

Das FK 52 trat am 26. Juni 1962 unter dem Vorsitz seines Präsidenten, F. Baumgartner, in Zürich zu seiner 3. Sitzung zusammen. Nach Genehmigung der Protokolle der beiden ersten Sitzungen orientierte der Präsident über die Sitzungen des CE 52, die am 16. und 17. November 1961 in London stattfanden. Ein entsprechender Bericht findet sich im Bulletin SEV Nr. 6 vom 24. März 1962.

Die Diskussion des Dokumentes *52(Secretariat)3*, Questionary regarding points arising from the London meeting, November 1961, diente der Beantwortung einiger Fragen über zulässige Toleranzen der Leiterbreiten, über die Messung des Leiterwiderstandes, über die Schichtdicke der Vergoldung, über Lagerungsprüfung und einige weitere, von der schweizerischen Delegation vorgeschlagene zusätzliche chemische Prüfungen. Als Ergebnis der Diskussion des Dokumentes *52(Secretariat)4*, Questionary regarding the revision of IEC Publication 97, Recommendations for fundamental parameters for printed wiring techniques, wurde beschlossen, die Revision der Publikation 97 zu beantragen.

Als nächstes Traktandum folgte die Diskussion des Dokumentes *52(Secretariat)5*, First draft metal-clad base materials for printed wiring. Der Vorsitzende erinnerte daran, dass die schweizerische Delegation in London vorgeschlagen hatte, zwei Dokumente zu schaffen, eines für die Prüfung von Basismaterialien und das andere für die Prüfung von gebrauchsfertigen Leiterplatten. Das zur Diskussion vorliegende Dokument betraf die Prüfung des Basismaterials. Aus der Besprechung dieses Dokumentes ergab sich eine Reihe von Zusatz- und Änderungsanträgen. So soll der Titel des Dokumentes so abgeändert werden, dass es sowohl für gedruckte Verdrahtungen als auch für gedruckte Schaltungen gültig ist. Zur Vereinfachung der Prüfungen soll eine Reduktion der Anzahl der Prüfbilder beantragt werden. Am früheren Antrag, die Lagerungs-Prüfung wegzulassen, soll festgehalten werden.

Der vorgerückten Zeit wegen konnte die Diskussion des Dokumentes *52(Secretariat)5* nicht zu Ende geführt werden. Es wurde deshalb für den 17. August 1962 eine neue Sitzung vorgesehen. *E. Fesseler*

Expertenkommission des CES für Kriechwege und Luftdistanzen (EK-KL)

Unter dem Vorsitz ihres Präsidenten, Direktionsassistent H. Thommen, trat die EK-KL am 11. Juli 1962 in Zürich zur 20. Sitzung zusammen. Sie nahm Kenntnis von den Stellungnahmen der verschiedenen Nationalkomitees zum Dokument *17B(Secrétariat)41*, Projet de recommandations du Groupe de travail du Sous-Comité 17B chargé de l'étude des lignes de fuite et des distances dans l'air. Der Vorsitzende orientierte über die Sitzungen der internationalen Arbeitsgruppe «Luft- und Kriechstrecken» des SC 17B, die am 29. Juni 1962 in Bukarest getagt hatte. Er verteilte verschiedene Dokumente mit Ergebnissen, die an diesen internationalen Sitzungen erarbeitet worden sind. Der internationale Entwurf für Luft- und Kriechstrecken an Schützen kann nun der 6-Monate-Regel unterstellt werden. Die darin vorgesehenen Luftstrecken zwischen spannungsführenden Teilen und berührbaren Metallteilen sind grösser als solche zwischen spannungsführenden Teilen untereinander. Gegen nicht berührbare aber geerdete Metallteile sind die gleichen Luftstrecken vorgesehen wie zwischen spannungsführenden Teilen. Bei den Kriechstrecken wird unterschieden zwischen solchen in keramischem Material und guten kriechfesten Isolierstoffen und solchen in allen übrigen schlechteren Isolierstoffen. Die Bemessung der Luft- und Kriechstrecken erfolgt unter Berücksichtigung von zwei Leistungsklassen mit Strömen kleiner oder gleich 63 A und mit solchen grösser als 63 A.

Im Anschluss daran orientierte E. Ganz über die Bildung der Arbeitsgruppe «Kriechstromfestigkeit». Es wurde beschlossen, die Zusammenarbeit mit der Unterkommission 3, Kriechwege, des FK 15, Isoliermaterialien, zu verstärken und zu diesem Zweck K.-H. Schneider als Aktenempfänger dieser Unterkommission vorzusehen.

Sodann orientierte E. Ganz über die Tätigkeit der Unterkommission für Arbeiten der CEE (UK-CEE). Die Unterkommission führte am 19. Juni 1962 ihre 1. Sitzung durch und wählte E. Ganz zum Vorsitzenden und E. Richi zum Protokollführer. Sie nahm Stellung zu zwei CEE-Dokumenten über Kriechwege und Luftdistanzen und wird der EK-KL ihre Anträge zur Genehmigung unterbreiten.

Die EK-KL diskutierte sodann die 5 Kurvenblätter, auf denen J. Schwyn die Zusammenhänge zwischen den vorgesehenen Kriech- und Luftstrecken und den zugehörigen Nenn-, Prüf- und Durchschlagspannungen graphisch dargestellt hatte. Auf Grund der Diskussion wird J. Schwyn auf die nächste Sitzung hin die Frage prüfen, ob mit ausreichenden Rippen versehene Kriechstrecken auf die Abmessungen der nächsthöheren Kriechstromfestigkeitsklasse reduziert werden dürfen. Ein entsprechender Antrag soll durch konkrete Konstruktionsbeispiele belegt werden. *H. Lütolf*

Bildung einer Arbeitsgruppe für Geräuschmessungen an rotierenden elektrischen Maschinen

Das FK 2, Elektrische Maschinen, des CES beschloss an seiner 61. Sitzung vom 9. November 1962, eine Arbeitsgruppe für Geräuschmessungen an rotierenden elektrischen Maschinen zu bilden. Von dieser Arbeitsgruppe sollen Festlegungen über Messung und Bewertung von Geräuschen und über zulässige Höchstwerte getroffen werden.

Auf Wunsch des FK 2 laden wir hiemit interessierte Fachleute aus den Elektrizitätswerken und der Industrie ein, sich zur Mitarbeit anzumelden. Da die Arbeitsgruppe, um wirkungsvoll arbeiten zu können, nicht zu umfangreich sein darf, bitten wir, es möchten sich nur Fachleute melden, die bereit und in der Lage sind, sich an den Arbeiten aktiv zu beteiligen.

Anmeldungen zur Mitarbeit sind bis spätestens *Donnerstag, den 20. Dezember 1962, schriftlich* an das Sekretariat des SEV, Seefeldstrasse 301, Zürich 8, zu richten. *H. Lütolf*

Regeln für Messwandler

Der Vorstand des SEV veröffentlicht im folgenden einen Entwurf zu Regeln für Messwandler. Der Entwurf wurde vom Fachkollegium 38, Messwandler [1]), in mehrjähriger Arbeit aufgestellt und vom CES genehmigt.

Der Vorstand lädt die Mitglieder ein, den Text der Regeln zu prüfen und eventuelle Bemerkungen dazu bis spätestens *Samstag, den 22. Dezember 1963, in doppelter Ausführung* dem Sekretariat des SEV, Seefeldstrasse 301, Zürich 8, zu unterbreiten. 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 72. Generalversammlung (1956) erteilten Vollmacht über die Inkraftsetzung beschliessen.

Entwurf

Regeln für Messwandler

Inhaltsverzeichnis

Seite

Erster Teil: Allgemeine Bestimmungen über Messwandler

1 Zweck ... ...
2 Gültigkeit ... ...
3 Begriffsbestimmungen ... ...
4 Einhaltung besonderer Vorschriften ... ...
5 Erwärmung ... ...
6 Isolationsfestigkeit ... ...

Zweiter Teil: Bestimmungen über Stromwandler

7 Begriffsbestimmungen ... ...
8 Normwerte ... ...
9 Klassen und Fehlergrenzen ... ...
10 Verhalten bei Überstrom ... ...
11 Kurzschlussfestigkeit ... ...
12 Erwärmung ... ...
13 Isolationsfestigkeit ... ...
14 Leistungsschild, Klemmenbezeichnungen ... ...
15 Prüfung auf Übereinstimmung mit den vorliegenden Regeln; Reihenfolge der Prüfungen ... ...

Dritter Teil: Bestimmungen über Spannungswandler

16 Begriffsbestimmungen ... ...
17 Normwerte ... ...
18 Klassen und Fehlergrenzen ... ...
19 Erwärmung ... ...
20 Isolationsfestigkeit ... ...
21 Leistungsschild, Klemmenbezeichnungen ... ...
22 Prüfung auf Übereinstimmung mit den vorliegenden Regeln; Reihenfolge der Prüfungen ... ...
23 Besondere Bestimmungen über kapazitive Spannungswandler ... ...

Vierter Teil: Bestimmungen über kombinierte Strom- und Spannungswandler

24 Allgemeines ... ...
25 Gegenseitige Beeinflussung ... ...
26 Schaltung ... ...

Anhang: Erläuterungen und Empfehlungen

Erster Teil

Allgemeine Bestimmungen über Messwandler

1 Zweck

Diese Regeln haben den Zweck, die in Bestellungen von Messwandlern festzusetzenden Betriebsdaten und Garantien auf eine einheitliche Grundlage zu stellen und die für deren Überprüfung nötigen Massnahmen zu definieren.

2 Gültigkeit

2.1 Genehmigung

Diese Regeln wurden von den Mitgliedern des SEV nach Ausschreibung im Bulletin SEV ....., Nr. ..., S. ....., genehmigt und vom Vorstand des SEV auf Grund der ihm von der 72. Generalversammlung (1956) übertragenen Vollmacht auf den ..... in Kraft gesetzt.

2.2 Geltungsbereich

Diese Regeln gelten für Messwandler (Strom- und Spannungswandler) im Frequenzbereich 15...500 Hz, zum Anschluss von Messgeräten, Zählern, Relais und dergleichen.

Sie gelten *nicht* für Leistungstransformatoren, kapazitive Überspannungsableiter (Schutzkondensatoren) und dergleichen.

3 Begriffsbestimmungen

3.1

Als **Primärwicklungen** eines Messwandlers werden diejenigen Wicklungen bezeichnet, welche an den zu messenden oder zu schützenden Stromkreis angeschlossen werden.

3.2

Als **Sekundärwicklungen** eines Messwandlers werden diejenigen Wicklungen bezeichnet, welche zum Anschluss von Messgeräten, Zählern, Relais und dergleichen dienen.

3.3

Der **Nennstrom** (primär bzw. sekundär) ist der auf dem Leistungsschild angegebene Wert des primären, bzw. sekundären Stromes, für den ein Wandler bemessen und benannt ist.

3.4

Die **Nennspannung** (primär bzw. sekundär) ist der auf dem Leistungsschild angegebene Wert der primären, bzw. sekundären Spannung, für den ein Wandler bemessen und benannt ist.

Bei Einphasen-Spannungswandlern, die nur zwischen Leiter und Erde geschaltet werden dürfen, sowie bei Fünfschenkelwandlern gilt die Sternspannung als Nennspannung. Sie wird in der Form Dreieckspannung $/\sqrt{3}$ angegeben.

---

[1]) Im FK 38, welches die vorliegenden Regeln für Messwandler entworfen hat, arbeiteten im Laufe der letzten Jahre folgende Fachleute mit:

A. Affolter, Prokurist, Aare-Tessin AG für Elektrizität, Olten (SO)
W. Beusch, Direktor, Landis & Gyr AG, Zug
E. Buchmann, Elektrotechniker, Materialprüfanstalt des SEV, Zürich
L. Erhart, Elektrotechniker, Sprecher & Schuh AG, Aarau (AG)
A. Ernst, Ingenieur, Chef der Konstruktionsabteilung für Bahnapparate, Maschinenfabrik Oerlikon, Zürich
H. Hartmann, Oberingenieur, Vorstand der Abteilung TM, AG Brown, Boveri & Cie., Baden (AG)
H. Hartmann, Ingenieur, Nordostschweizerische Kraftwerke AG, Baden (AG)
R. O. Hedinger, Dr. sc. techn., Vizedirektor, Trüb, Täuber & Co. AG, Zürich
A. Hug, Ingenieur, Thalwil (ZH)
R. Klooz, Ingenieur, Elektro-Watt AG, Zürich
H. König, Prof. Dr., Direktor, Eidg. Amt für Mass und Gewicht, Bern (Präsident)
H. Morgenthaler, Elektrotechniker, Chef der Zählersektion, Elektrizitätswerk der Stadt Bern, Bern
E. Müller, Elektrotechniker, Konstruktionsabteilung für Hochspannungsapparate, Maschinenfabrik Oerlikon, Zürich
W. Ringger, Direktor, Emil Haefely & Cie. AG, Basel
P. Schmid, Ingenieur, Abteilungschef des Elektrizitätswerkes der Stadt Bern, Bern
Ch. Schneider, Ingenieur, Elektrizitätswerke des Kantons Zürich, Zürich
Th. Staub, Ingenieur, Geschäftsleiter der Elmes, Staub & Co., Richterswil (ZH)
E. Wettstein, Dr. sc. techn., Micafil AG, Zürich
M. Wiederkehr, Vizedirektor, Moser-Glaser & Co. AG, Muttenz (BL)
H. Wyss, Oberingenieur, Landis & Gyr AG, Zug (Protokollführer)
H. Zulauf, Elektrotechniker, Camille Bauer AG, Wohlen (AG)
H. Lütolf, Ingenieur, Sekretär der Sektion A des CES, Zürich
M. Schnetzler, Ingenieur, Sachbearbeiter des FK 38 des CES, Zürich

Das engere Redaktionskomitee bestand aus E. Buchmann, A. Ernst, H. Hartmann (BBC), Dr. H. Schindler (Eidg. Amt für Mass und Gewicht), E. Schneebeli (Materialprüfanstalt des SEV), M. Schnetzler und dem Sekretär der Sektion A des CES.

3.5

Die **höchste Betriebsspannung** U_m eines Netzes ist der höchste Effektivwert der verketteten Spannung, der sowohl zeitlich als auch örtlich bei normalen Betriebsbedingungen auftritt. Dabei werden vorübergehende Schwankungen der Spannung infolge von Störungen, oder plötzliche Lastabschaltung, nicht berücksichtigt.

3.6

Die **Nennleistung** eines Messwandlers ist die auf dem Leistungsschild angegebene Scheinleistung, welche der Wandler sekundärseitig unter Nennstrom oder Nennspannung abgeben kann, ohne die hinsichtlich Messgenauigkeit abgegebenen Garantien zu überschreiten.

3.7

Die **Nennübersetzung** ist das Verhältnis des primären Nennstromes zum sekundären Nennstrom, bzw. der primären Nennspannung zur sekundären Nennspannung.

3.8

Die **Nennfrequenz** ist die auf dem Leistungsschild angegebene Frequenz, für welche der Wandler bemessen und gebaut ist.

3.9

Der **Nennfrequenzbereich** ist der auf dem Leistungsschild angegebene Frequenzbereich, für welchen der Wandler bemessen und gebaut ist.

3.10

Industriefrequenzen sind Frequenzen, die beim Betrieb von Wechselspannungsnetzen der allgemeinen Stromversorgung und der Bahnversorgung, sowie bei den Wechselspannungsprüfungen des zugehörigen Materials im allgemeinen angewendet werden.

3.11

Das **Messzubehör** eines Messwandlers sind diejenigen Hilfsmittel, die zur Erreichung der Genauigkeit des Wandlers erforderlich sind.

3.12

Das **Schutzzubehör** eines Messwandlers sind diejenigen Hilfsmittel, die zum Schutz des Wandlers gegen Überspannungen und Überströme dienen.

3.13

Die **Erwärmung** eines Messwandlers oder eines seiner Teile ist der Unterschied zwischen seiner Temperatur und der Temperatur der umgebenden Luft.

3.14

Die **Enderwärmung** ist die Erwärmung am Ende eines Erwärmungsvorganges.

3.15

Die **Grenzerwärmung** ist die höchstzulässige Erwärmung.

3.16

Die **Grenztemperatur** ist die höchstzulässige Temperatur.

3.17

Die **Typenprüfung** eines Messwandlers soll den Nachweis erbringen, dass ein Wandlertyp den Regeln entspricht. Sie wird an einem Wandlertyp durchgeführt, welcher repräsentativ ist für Wandler gleicher Nennspannung und Konstruktion.

3.18

Die **Fertigungsprüfung** der Wandler dient dem Nachweis, dass bestimmte, besonders interessierende Anforderungen von Wandlern einer Bauserie oder einer Lieferung eingehalten werden. Sie kann als Stückprüfung oder Stichprobenprüfung durchgeführt werden.

4 Einhaltung besonderer Vorschriften

Messwandler, welche dazu dienen, den Verbrauch von elektrischer Energie zum Zwecke einer Preisberechnung festzustellen, oder für die Erfüllung von Vertragsbestimmungen die Grundlage bilden, müssen amtlich geprüft und plombiert sein.

5 Erwärmung

5.1 Wärmebeständigkeitsklassen der Isolierstoffe

5.1.1 *Grundsätzliches*

Die in den Ziff. **5.1.2.1...5.1.2.6** angeführten Materialien — oder die Kombination klassengleicher Materialien — sind als Beispiele zu verstehen. Es können auch andere Materialien in einer bestimmten Klasse mitverwendet werden, sofern Erfahrung oder anerkannte Versuche ihre Betriebstüchtigkeit für diese Klasse erwiesen haben.

Ausführlichere Listen der in Frage kommenden Isolierstoffe sind zur ersten Orientierung in der Publikation 85 der CEI, Recommandations relatives à la classification des matières destinées à l'isolement des machines et appareils électriques en fonction de leur stabilité thermique en service, zusammengestellt. Da aber, gerade bei den Kunststoffen, bestimmte Bezeichnungen den Sammelbegriff für eine Vielzahl von Materialien mit z. T. stark abweichenden Eigenschaften bilden, ist die genaue Kenntnis der spezifischen Eigenschaften eines bestimmten Isolierstoffes von grösster Wichtigkeit.

5.1.2 *Einteilung der Isolationen*

Die Isolierstoffe können folgendermassen klassiert werden [die jeweils hinter der Klasse angegebene Temperatur ist die höchstzulässige (hottest spot) Temperatur].

5.1.2.1 Klasse Y (90 °C)

Baumwolle, Seide, Papier und ähnliche organische Stoffe, weder imprägniert noch unter Öl gelten als Isolation Klasse Y, sofern die Bedingung gemäss Ziff. **5.1.1** eingehalten wird.

5.1.2.2 Klasse A (105 °C)

Baumwolle, Seide, Papier und ähnliche organische Stoffe, imprägniert (getränkt) oder unter Öl gelten als Isolation Klasse A, sofern die Bedingung gemäss Ziff. **5.1.1** eingehalten ist.

Bemerkung:

Ein Isolierstoff gilt als «imprägniert», wenn die Luft zwischen den Fasern durch einen geeigneten Stoff ersetzt ist, auch dann, wenn dieser Stoff nicht alle Räume zwischen den einzelnen isolierten Leitern vollständig ausfüllt. Von einem brauchbaren Imprägnierstoff wird verlangt, dass er gute Isoliereigenschaften besitzt, die Fasern umhüllt und sie aneinander und am Leiter haften lässt; er darf infolge Verdunstung des Lösungsmittels oder infolge anderer Ursachen keine Hohlräume bilden; er darf bei Vollast unterhalb der zulässigen Grenztemperatur nicht flüssig werden; er darf sich bei dauernder Wärmeeinwirkung nicht ändern. Als Imprägnierung gilt hier auch Füllmasse (z. B. Kompound).

5.1.2.3 Klasse E (120 °C)

Lack für Drahtisolation; Kombinationen von Lack für Drahtisolation mit Isolierstoff der Klasse A (Baumwolle, Seide, Papier, und ähnliche organische Stoffe, imprägniert) gelten als Isolation Klasse E, sofern die Bedingung gemäss Ziff. **5.1.1** eingehalten ist.

5.1.2.4 Klasse B (130 °C)

Geeignete Bindemittel enthaltende Produkte aus Glimmer, Glasfasern, Asbest oder ähnlichen anorganischen Stoffen und deren Kombination mit anderen nicht notwendigerweise anorganischen Stoffen, sowie auch spezielle Lackdrähte gelten als Isolation Klasse B, sofern die Bedingung gemäss Ziff. **5.1.1** für die Temperatur der Klasse B erfüllt ist.

5.1.2.5 Klasse F (155 °C)

Materialien wie in Ziff. **5.1.2.4** gelten als Isolation Klasse F, sofern die Bedingung gemäss Ziff. **5.1.1** für eine gegenüber Klasse B um 25 °C höhere Temperatur erfüllt ist.

5.1.2.6 Klasse H (180 °C)

Materialien wie Silicon-Elastomere und Kombinationen von Materialien wie Glimmer, Glasfasern, Asbest usw. mit einem geeigneten Bindemittel z. B. einem zweckentsprechenden Siliconharz gelten als Isolation Klasse H, sofern die Bedingung gemäss Ziff. **5.1.1** eingehalten ist.

5.1.3 *Grenzerwärmung*

Unter den in diesen Regeln enthaltenen Bestimmungen über Erwärmung darf die Enderwärmung der Bauteile von Messwandlern die in Tabelle I angegebenen Grenzerwärmungen nicht überschreiten.

Grenzerwärmungen in °C von Messwandlern [1])

Tabelle I

	Isolationsklasse					
	Y	A	E	B	F	H
A. Wicklungen						
1 Trockenmesswandler mit Luftisolation	40	55	70	80	105	130
2 Trockenmesswandler mit härtbarer Giessharzisolation						
a) ohne Füllstoffe	—	60	70	75	80	—
b) mit körnigen oder kristallinen anorganischen Füllstoffen	—	65	75	80	85	—
c) mit Glasgewebe als Füllstoff	—	70	80	85	90	—
3 Messwandler in Öl	—	60	60	—	—	—
B. Verschiedene Teile						
4 Öl, so nahe als möglich der obersten Schicht, im Innern gemessen	55 wenn das Öl im Wandler nicht mit Luft in Berührung kommt 50 wenn das Öl im Wandler mit Luft in Berührung kommt					
5 Eisenkerne und andere, die Wicklung nicht berührende Teile	Die Erwärmung darf auf keinen Fall so gross werden, dass für benachbarte Isolation oder andere Teile eine Möglichkeit der Beschädigung entsteht					

[1]) Die Isolationsklasse C als Wicklungsisolation ist in dieser Tabelle nicht aufgeführt, da sie für Messwandler vorderhand nicht in Frage kommt.

5.1.4 *Bestimmung der Wicklungserwärmung aus der Widerstandszunahme*

Die mittlere Erwärmung wird bei Kupfer- und Aluminium-Wicklungen durch die Widerstandszunahme der Wicklung nach der folgenden Formel bestimmt:

$$\Delta\vartheta = \vartheta_2 - \vartheta_a = \frac{R_2 - R_1}{R_1}(235 + \vartheta_1) + \vartheta_1 - \vartheta_a$$

Dabei bedeuten:

$\Delta\vartheta$ Erwärmung der Wicklung am Ende des Versuches in °C

ϑ_2 Wicklungstemperatur am Ende des Versuches in °C

ϑ_a Temperatur der umgebenden Luft am Ende des Versuches in °C

ϑ_1 Temperatur der (kalten) Wicklung, im Augenblick der Messung des Anfangswiderstandes in °C

R_2 Wicklungswiderstand am Ende des Versuches

R_1 Anfangswiderstand der (kalten) Wicklung

5.1.5 *Bestimmung der Enderwärmung*

Zur Bestimmung der Enderwärmung wird die in Fig. 1 angedeutete Methode empfohlen.

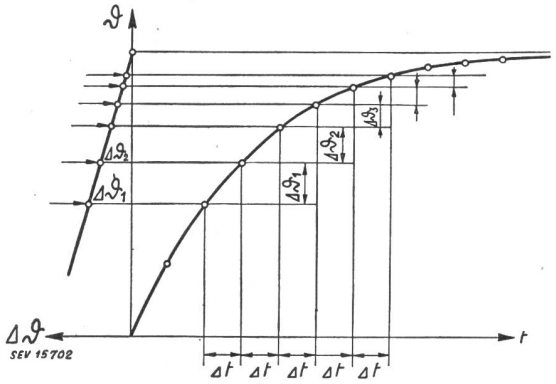

Fig. 1

Methode zur Bestimmung der Enderwärmung bei Messwandlern für Dauerbetrieb

ϑ Erwärmung; $\Delta\vartheta$ Erwärmungszunahme; t Zeit; Δt Zeitintervalle

(Zur Vereinfachung ist hier ausnahmsweise die Erwärmung mit ϑ statt $\Delta\vartheta$ bezeichnet)

In Fällen, wo mit einer sehr langen Dauer des Erwärmungsversuches gerechnet werden muss, kann zur Abkürzung der Versuchszeit der Strom während einer bestimmten Dauer auf einen höheren Wert als den für den Versuch massgebenden Garantiewert erhöht werden, bis die für den Dauerbetriebsstrom errechnete Enderwärmung annähernd erreicht ist. Anschliessend wird der Primärstrom auf den für den Erwärmungsversuch massgebenden Strom reduziert. Mit diesem Strom wird der Erwärmungsversuch so lange fortgesetzt, bis die Temperatur der Wicklung nicht mehr als 1 °C pro Stunde zunimmt.

5.1.6 *Prüfbestimmungen*

5.1.6.1

Die Erwärmung von Wicklungen, stromführenden Leitern usw. ist aus der Widerstandszunahme zu ermitteln. Öltemperaturen, Eisentemperaturen usw. sind an der vermutlich wärmsten Stelle mittels Thermometer, Thermoelementen, Widerstand-Thermometer oder dergleichen zu bestimmen.

5.1.6.2

Bei Erwärmungsversuchen dürfen betriebsmässig vorhandene Abdeckungen, Schutzumhüllungen usw. nicht entfernt werden.

5.1.6.3

Die in der Tabelle I genannten Grenzerwärmungen gelten für folgende Normalverhältnisse:

Maximaltemperatur der umgebenden Luft	40 °C
Mittlere Tagestemperatur über 24 h	max. 30 °C
Höhe des Aufstellungsortes	max. 1000 m ü. M.

5.1.6.4

Wird eine der in Ziff. **5.1.6.3** genannten Temperaturen um einen bestimmten Wert über- oder unterschritten, so sind die in Tabelle I aufgeführten Werte der Grenzerwärmung um denselben Betrag zu reduzieren oder zu erhöhen.

5.1.6.5

Für Messwandler, die auf Höhen unter 1000 m ü. M. geprüft werden, jedoch über 1000 m ü. M. Aufstellung finden, wird für die Prüfung die Grenzerwärmung gemäss Tabelle I um die nachfolgenden Prozentsätze pro 100 m über 1000 m ü. M. reduziert:

Für Messwandler in Öl	0,4 %
Für Trockenmesswandler	0,5 %

6 Isolationsfestigkeit

6.1 Arten der Prüfungen

6.1.1

Als Nachweis der ausreichenden Bemessung der Isolation gegen Beanspruchungen durch industriefrequente Spannungen sind die Messwandler einer Wicklungsprüfung und einer Windungsprüfung zu unterziehen. Für die Spannungsprüfung bei Industriefrequenz beträgt die Prüfdauer eine Minute. Sie beginnt, wenn die volle Prüfspannung erreicht ist (Ausnahme für Spannungswandler siehe Ziff. **20.2**).

6.1.2

Als Nachweis der ausreichenden Bemessung der Isolation gegen Gewitter- und Schaltüberspannungen gilt bei Messwandlern die Prüfung mit Stoss-Spannung.

6.1.3

Als Nachweis der ausreichenden Bemessung der äussern Isolation gegen atmosphärische Einflüsse gilt bei Messwandlern für Freiluftaufstellung die Spannungsprüfung unter Regen, durchgeführt nach den Regeln für Spannungsprüfungen, Publ. 0173 des SEV. Die Werte der Prüfspannung sind dieselben wie bei der Trockenprüfung.

6.1.4

Zur Beurteilung des dielektrischen Verhaltens der Isolation von Messwandlern kann auch die Messung der Glimmeinsatz-Spannung herangezogen werden. Messverfahren und die Methoden zur Beurteilung der Messergebnisse sind in Bearbeitung.

6.2 Werte der Prüfspannungen

6.2.1

Die Werte der Prüfspannungen für die einzelnen Messwandler sind in Tabelle II in Zuordnung zu den Werten der

höchsten Betriebsspannungen (Definition 3.5) festgelegt. Dabei wird für Spannungen ab einschliesslich 123 kV unterschieden zwischen voller und reduzierter Isolation, d. h. 2 verschieden hohen Isolationen, die bei einer gegebenen höchsten Betriebsspannung U_m gewählt werden können.

6.2.2

Die angegebenen Werte der Spannungen sind ohne Reduktion nach Luftdichte und Luftfeuchtigkeit anzuwenden. Die Prüfung darf aber nicht verlangt werden, wenn die relative Luftdichte nicht mindestens 0,92 ist.

Prüfspannungen für Messwandler

Tabelle II

Höchste Betriebsspannung der Netze U_m kV	Messwandler mit Ölisolation				Messwandler mit anderer als Ölisolation und Isolatoren von Messwandlern			
	Stosshaltespannung U_h		Prüfspannung bei Industriefrequenz U_p		Stosshaltespannung U_h		Prüfspannung bei Industriefrequenz U_p	
	Isolation voll	Isolation reduz. [1]	Isolation voll	Isolation reduz. [1]	Isolation voll	Isolation reduz. [1]	Isolation voll	Isolation reduz. [1]
	kV Scheitelwert		kV		kV Scheitelwert		kV	
...1,1	—	—	4	—	—	—	4	—
3,6	45	—	16	—	45	—	21	—
(7,2)	(60)	—	(22)	—	(60)	—	(27)	—
12	75	—	28	—	75	—	35	—
17,5[3])	95	—	38	—	95	—	45	—
24	125	—	50	—	125	—	55	—
36	170	—	70	—	170	—	75	—
52	250	—	95	—	250	—	105	—
72,5	325	—	140	—	325	—	140	—
123	550	450	230	185	550	450	230	185
170	750	650	325	275	750	650	325	275
245	1050	900	460	395	1050	900	460	395
(300)[2])	(1175)	(1050)	(510)	(460)	(1175)	(1050)	(510)	(460)
420	1550	1425	680	630	1550	1425	680	630

[1]) Reduzierte Isolation darf nur in Netzen mit wirksam geerdetem Nullpunkt und für Betriebsspannungen über 100 kV vorgesehen werden.

[2]) Die zu dieser höchsten Betriebsspannung zugehörige Nennspannung von 275 kV darf in der Schweiz als Nennspannung für Netze nicht angewendet werden (Weisung des Eidg. Post- und Eisenbahndepartementes vom 27. April 1950).

[3]) In der Schweiz ist es üblich, für Netze der Nennspannung 15 kV und der höchsten Betriebsspannung 17,5 kV Material, dessen eine Hauptfunktion die Isolation ist (Stützer, Durchführungen, Schalter und dgl.), mit Nennspannung 24 kV zu verwenden.

( ) Die eingeklammerten Werte sollen soweit als möglich vermieden werden.

6.3 Einschränkende Bestimmungen

6.3.1

Die Prüfungen dürfen nur an neuen Wandlern vorgenommen werden. Sie werden in der Regel in den Werkstätten des Herstellers durchgeführt. Die Prüfung kann am kalten Objekt durchgeführt werden.

6.3.2

Eine Wiederholung der bei der Abnahme vorgenommenen Spannungsprüfung soll vermieden werden. Wird sie jedoch gewünscht, so soll sie mit 75 % der Abnahme-Prüfspannung ausgeführt werden. Wenn die Prüfung an einer Gruppe von mehreren neuen Apparaten vorgenommen wird, die am Ort aufgestellt und miteinander verbunden sind, und von welchen jeder bereits einzeln der Spannungsprüfung unterzogen wurde, so darf die Prüfspannung 75 % der niedrigsten der bei einem dieser Apparate anwendbaren Prüfspannung nicht überschreiten.

6.3.3

Ausgebesserte Wicklungen sind mit 75 % der Prüfspannung des neuen Messwandlers zu prüfen. Die gleichen Bedingungen gelten für die Spannungsprüfung gebrauchter Messwandler.

6.3.4

Bei vollständiger Neuwicklung und gleichzeitiger Erneuerung der Hauptisolation wird die Prüfung mit dem für neue Messwandler geltenden Wert ausgeführt.

6.4 Anordnung der Prüfobjekte

Die Prüfobjekte sind bei den Prüfungen — vor allem hinsichtlich des elektrischen Feldes — möglichst so aufzustellen, wie sie in der Anlage — für die sie bestimmt sind — aufgestellt sein werden. Sind an einem Prüfobjekt Funkenstrecken angebracht, so sind sie für die Prüfung auseinander zu ziehen, oder zu entfernen.

6.5 Prüfbestimmungen

Die Prüfungen werden nach den geltenden Regeln für Spannungsprüfungen, Publ. Nr. 0173 des SEV, durchgeführt.

6.6 Prüfung mit Wechselspannung von Industriefrequenz

6.6.1

Die Primärwicklungen von Wandlern *mit Ölisolation* sind einer Spannungsprüfung mit den in Tabelle II angegebenen Werten zu unterziehen. Dabei wird die Spannung zwischen die zu prüfende Wicklung und die untereinander und mit den Eisenteilen verbundenen Sekundärwicklungen gelegt. Der Prüfling darf bei dieser Prüfung weder überschlagen noch durchschlagen.

6.6.2

Wandler *mit anderer als Ölisolation* haben eine Spannungsprüfung mit den in Tabelle II angegebenen Prüfspannungen (gleiche Werte wie für Isolatoren) zu bestehen, weil der Stossfaktor für solche Wandler im allgemeinen kleiner ist als für Wandler mit Ölisolation. Im übrigen gelten die Bestimmungen nach Ziff. 6.6.1.

6.6.3

Die Prüfspannung der Sekundärwicklungen gegeneinander und gegen Erde beträgt 4 kV.

6.6.4

Zur Prüfung der Isolation einzelner Teile von Primär- und Sekundärwicklungen gegeneinander, die betriebsmässig zur Änderung der Übersetzung umschaltbar sind (Serie- oder Parallelschaltung), ist jeder Teil gegen die übrigen mit dem Gehäuse zu verbindenden Teile mit 2 kV zu prüfen.

6.7 Prüfung mit Stoßspannung

6.7.1

Die **Stoßspannungsprüfung** von Messwandlern wird nur nach vorheriger Vereinbarung zwischen Besteller und Lieferant durchgeführt.

Primärwicklungen von Messwandlern werden mit 3 positiven und 3 negativen vollen Stössen von genormter Form 1/50 und einem Scheitelwert der Stoßspannung gemäss Tabelle II gestossen. Bei Stromwandlern wird die Stoßspannung zwischen den kurzgeschlossenen Wicklungen und Erde angelegt, bei Spannungswandlern zwischen jeder Polklemme und Erde.

Zweiter Teil
Bestimmungen über Stromwandler

7 Begriffsbestimmungen

7.1

Die **Nennleistung** eines Stromwandlers, definiert in Hinblick auf die Bestimmungen über die Fehlergrenzen, ist der Wert der Scheinleistung in VA, die der Stromwandler bei Nennstrom und Nennbürde abgibt.

7.2

Die **Bürde** ist der Scheinwiderstand des äusseren Kreises (einschliesslich Zuleitung), ausgedrückt in Ohm unter Angabe des Leistungsfaktors.

Bemerkung:

Die Bürde kann auch durch die bei Nennstrom abgegebene Scheinleistung in VA und deren Leistungsfaktor ausgedrückt werden.

7.3

Die **Nennbürde** ist jene Bürde, auf welche die Anforderungen dieser Regeln bezogen sind.

7.4

Der **Fehlergrenzstrom** ist der höchste Strom, bis zu welchem ein Stromwandler für Schutzzwecke die vorgeschriebene Genauigkeit einhält.

7.5

Der **Fehlergrenzfaktor** n ist das Verhältnis des Fehlergrenzstroms zum Nennstrom.

7.6

Der **Stromfehler** F_i eines Stromwandlers bei einer gegebenen primären Stromstärke, ist die prozentuale Abweichung der sekundären Stromstärke von ihrem Sollwert. Dieser ergibt sich aus der primären Stromstärke durch Division mit der Nennübersetzung. Der Stromfehler wird positiv gerechnet, wenn der tatsächliche Wert der sekundären Stromstärke den Sollwert übersteigt.

Der Stromfehler F_i eines Stromwandlers beträgt:

$$F_i = 100 \frac{I_2 \cdot K_n - I_1}{I_1} \text{ in } \%$$

wobei K_n Nennübersetzung
I_1 Primärstrom
I_2 Sekundärstrom

7.7

Der **Fehlwinkel** δ_i eines Stromwandlers ist die Phasenverschiebung des Sekundärstromes gegen den Primärstrom; die Ausgangsrichtungen sind hierbei so vorausgesetzt, dass sich bei Fehlerfreiheit des Wandlers eine Verschiebung von 0° (nicht 180°) ergibt. Der Fehlwinkel wird in (Winkel) Minuten oder Centiradiant angegeben und positiv gerechnet, wenn die sekundäre Grösse voreilt.

Bemerkung:

1 Centiradiant = 34,4 Minuten

7.8

Der **Dauerüberlaststrom** ist derjenige Primärstrom, bei dem die zulässige Grenzerwärmung bei Dauerbetrieb nicht überschritten wird.

7.9

Der **thermische Grenzstrom** I_{th} ist der auf dem Leistungsschild angegebene höchste Effektivwert des Primärstromes in kA, dessen Wärmewirkung der Stromwandler bei kurzgeschlossener Sekundärwicklung eine Sekunde lang aushalten kann, ohne Schaden zu nehmen.

7.10

Der **dynamische Grenzstrom** I_{dyn} ist der höchste Wert der ersten Stromamplitude in kA, dessen Kraftwirkung ein Stromwandler bei kurzgeschlossener Sekundärwicklung aushalten kann, ohne Schaden zu nehmen.

7.11

Messkerne dienen im allgemeinen zum Anschluss von Zählern, Messgeräten und dergleichen.

7.12

Relaiskerne (Schutzkerne) dienen im allgemeinen zum Anschluss von Schutzeinrichtungen wie Relais und dergleichen.

8 Normwerte

8.1 Primär-Nennströme

Genormte Primär-Nennströme sind:

1 — (1,20) — 1,25 — 1,5 — 2 — 2,5 — 3 — 4 — 5 — 6 — 7,5 A

sowie dekadische Vielfache dieser Werte. Vorzugswerte sind:

5 10 15 20 30 50 75 100 150 200 300 400 600 [1]) 1000 1200 1500 2000 3000 4000 6000 10 000 A

Bemerkung:

Für primärseitig umschaltbare Stromwandler soll der kleinste Primär-Nennstrom der genormten Reihe entnommen werden.

8.2 Sekundär-Nennströme

Genormte Sekundär-Nennströme sind:

5 A, 2 A, 1 A

sowie für Wandler mit Primär-Nennströmen über 4000 A: 10 A.

Bemerkung:

Bei Wandlern mit 1 A Sekundär-Nennstrom, grosser Nennleistung und grossem Fehlergrenzfaktor, können besonders bei offenem Sekundärkreis gefährlich hohe Spannungen auftreten!

8.3 Nennleistungen

Genormte Nennleistungen sind:

5 — 10 — 15 — 30 — 45 — 60 — 90 — 120 VA

bei einem sekundären Leistungsfaktor $\cos\beta = 0{,}8$ (siehe auch Ziff. **9.2.5**).

8.4 Fehlergrenzfaktoren

Genormte Fehlergrenzfaktoren sind 5, 10, 15, 20 und 30. Vorzugswerte sind 5, 10 und 20.

9 Klassen und Fehlergrenzen

9.1 Einteilung in Klassen

9.1.1

Die Stromwandler werden entsprechend ihren Eigenschaften und ihrem Verwendungszweck in die in Tabelle III aufgeführten Klassen eingeteilt:

Stromwandlerklassen

Tabelle III

Wandlerart	Klasse (zugleich Klassenzeichen)
Mess-Stromwandler	0,1 0,2 0,5 1 3
Relais-Stromwandler	5P 10P

9.1.2

Das Klassenzeichen nach Tabelle III darf nur für Stromwandler verwendet werden, die den Bestimmungen dieser Regeln entsprechen.

9.1.3

Bei Stromwandlern mit mehreren Übersetzungen müssen, sofern nur ein Klassenzeichen und nur eine Nennleistung angegeben sind, die Bestimmungen dieser Klasse für alle Übersetzungen erfüllt sein. Andernfalls sind zu jeder Übersetzung die zugehörige Klasse und die zugehörige Nennleistung anzugeben. Das gleiche gilt sinngemäss für Wandler mit mehreren Kernen.

9.2 Fehlergrenzen

9.2.1

Die Stromwandler haben für die angegebenen Messpunkte entsprechend ihrer Klasse nach Tabelle III die in Tabelle IV, V und VI festgelegten Fehlergrenzen einzuhalten.

Fehlergrenzen für Mess-Stromwandler in Funktion des Nennstromes für die Klassen 0,1...1

Tabelle IV

Klasse	± Stromfehler F_i in % bei				± Fehlwinkel δ_i in Minuten bei			
	10 % Nennstrom	20 % Nennstrom	100 % Nennstrom	120 % Nennstrom	10 % Nennstrom	20 % Nennstrom	100 % Nennstrom	120 % Nennstrom
0,1	0,25	0,2	0,1	0,1	10	8	5	5
0,2	0,5	0,35	0,2	0,2	20	15	10	10
0,5	1	0,75	0,5	0,5	60	40	30	30
1	2	1,5	1	1	120	80	60	60

Fehlergrenzen für Mess-Stromwandler in Funktion des Nennstromes für die Klasse 3

Tabelle V

Klasse	± Stromfehler F_i in % bei	
	50 % Nennstrom	120 % Nennstrom
3	3	3

Kein Fehlwinkel festgelegt.

Fehlergrenzen für Relais-Stromwandler

Tabelle VI

Klasse	± Stromfehler F_i in % bei Nennstrom %	± Fehlwinkel δ_i in Minuten bei Nennstrom Minuten	Stromfehler bei Fehlergrenzstrom %
5 P	1	60	5
10 P	3	—	10

9.2.2

Bei Mess-Stromwandlern, die strommässig dauernd überlastbar ausgeführt sind und die auch im Überstromgebiet Genauigkeits-Anforderungen entsprechen müssen, gelten bis zur höchsten festgelegten Stromstärke die gleichen Anforderungen an Strom- und Winkelfehler wie für 100 % des Nennstromes der betreffenden Klasse.

[1]) In der Praxis wird auch der Wert 800 A (im Zusammenhang mit 400 A) gebraucht.

9.2.3

Bei Stromwandlern, für die auch unterhalb 10 % des Nennstromes besondere Anforderungen an die Messgenauigkeit gestellt werden, sind diese bei der Bestellung zu vereinbaren.

9.2.4

Die Fehlergrenzen gelten für Nennfrequenz und für:

9.2.4.1

Wandler der Klassen 0,1...1, für Belastungen bei Nennleistung bis 60 VA zwischen $^1/_4$...$^1/_1$ Nennleistung, und für Belastungen bei Nennleistung über 60 VA zwischen 15 VA und Nennleistung bei einem sekundären Leistungsfaktor $\cos\beta = 0{,}8$.

Bemerkung:

Für Verrechnungswandler der Klassen 0,2 und 0,5 siehe auch die eidgenössischen Vorschriften über die amtliche Prüfung von Elektrizitätsverbrauchsmessern und Messwandlern.

9.2.4.2

Wandler der Klasse 3 für Belastungen zwischen $^1/_2$ und $^1/_1$ Nennleistung, $\cos\beta = 0{,}8$.

9.2.4.3

Wandler der Klassen 5P und 10P für Nennleistung $\cos\beta = 0{,}8$.

9.2.5

Ist die Sekundärleistung, bei der die Messung durchzuführen ist, kleiner als 5 VA, so kann die Prüfung auch bei $\cos\beta = 1$ erfolgen.

9.2.6

In Sonderfällen kann an Stelle der Nennleistung ein Leistungsbereich auf dem Leistungsschild angegeben werden. Die Fehlergrenzen müssen dann in diesem Leistungsbereich eingehalten werden.

9.2.7

Wenn nötig soll für Hochspannungsstromwandler zur Verhinderung eines über die Sekundärwicklung gegen Erde abfliessenden kapazitiven Verschiebungsstromes zwischen Primär- und Sekundärwicklung eine fest geerdete Abschirmung angebracht werden.

9.2.8

Die Fehlergrenzen gelten für Stromwandler einschliesslich des fest eingebauten oder auf dem Wandler vermerkten Schutzzubehörs.

9.2.9

Die **Kennzeichnung** der Eigenschaften eines Wandlers für **Schutzzwecke** erfolgt durch die Angabe der Schutzklasse mit der nachgestellten Ziffer des Fehlergrenzfaktors. Zum Beispiel bedeutet 10P20, dass es sich um einen Wandler der Klasse 10P handelt, der mit 10 % Stromfehler bis zu einem Fehlergrenzfaktor von 20 arbeiten kann.

9.3 Ermittlung der Messgenauigkeit

9.3.1

Vor der Ermittlung der Messgenauigkeit ist eine Entmagnetisierung des Stromwandlers vorzunehmen, wobei der Strom der gespeisten Wicklung nicht grösser sein darf als der Nennstrom, oder die an den Sekundärklemmen auftretende Spannung nicht grösser als 3500 V (Scheitelwert).

9.3.2

Um allfällige systematische Messunsicherheiten, Fehler von Messbrücken und Normalen bei Prüfungen ausserhalb des Prüflokals zu berücksichtigen, wird ein Stromwandler als innerhalb der Klassengenauigkeit liegend betrachtet, wenn die Fehlergrenzen um nicht mehr als die in der Tabelle VII angegebenen Toleranzen überschritten werden.

Messtoleranzen für Stromwandler

Tabelle VII

Klasse	Messtoleranzen	
	± Stromfehler F_i in %	± Fehlwinkel δ_i in Minuten
0,1	0,02	1
0,2	0,03	2
0,5	0,05	3
1	0,1	5

9.3.3

Die Messtoleranzen dürfen nicht als Fabrikations-Toleranzen aufgefasst werden, d. h. ein Wandler darf die Messtoleranz auf der positiven oder negativen Fehlergrenze, aber nicht beidseitig, und hinsichtlich Fehleränderung nur den für die betreffende Klasse vorgeschriebenen Bereich beanspruchen.

9.3.4

Für die Prüfung der Genauigkeit von Wandlern der Klassen 3, 5P und 10P werden keine Messtoleranzen festgelegt.

10 Verhalten bei Überstrom

10.1 Der Fehlergrenzfaktor

10.1.1

Der prinzipielle Verlauf der Fehlerkurven bei Strömen oberhalb des Nennstromes ist durch den Fehlergrenzfaktor n und den zugehörigen Stromfehler charakterisiert.

10.1.2

Im Hinblick auf das einwandfreie Arbeiten des Überstromschutzes ist es notwendig, dass die Fehler der Schutzkerne im verlangten Überstromgebiet hinreichend klein sind. Als Mass hierfür dient der Fehlergrenzfaktor n. Er soll einen bestimmten, von Fall zu Fall im Sinne von Ziff **8.4** festzulegenden Wert nicht unterschreiten.

10.1.3

Für Messkerne kann zum Schutz der angeschlossenen Instrumente ein Maximalwert des Fehlergrenzfaktors verlangt werden.

10.1.4

Der Fehlergrenzfaktor hat demnach bei Schutzkernen der Klassen 5P und 10P die Bedeutung eines Minimalwertes (siehe auch Ziff. **10.2.3** und bei Messkernen in der Regel die Bedeutung eines Maximalwertes.

10.2 Bestimmung des Fehlergrenzfaktors

10.2.1

Das Messen des Fehlergrenzfaktors n unter den Bedingungen, die im Netz vorliegen, ist nur mit sehr grossem Aufwand durchführbar. Es kann deshalb eines der nachstehend aufgeführten Näherungsverfahren gewählt werden. Diesen liegt jener Wert der magnetischen Induktion zugrunde, der den Fehlergrenzstrom-Bedingungen entspricht und im wesentlichen vom Kernwerkstoff abhängt.

10.2.2

Die Messungen sind mit praktisch sinusförmiger Speisespannung der Prüfanlage bei Nennfrequenz durchzuführen. Für alle Messungen sind entweder nur Geräte zu verwenden, die den Effektivwert anzeigen, oder nur solche, welche die Grundwelle erfassen. Werden schreibende Instrumente verwendet, wie z. B. Lichtstrahl- oder Kathodenstrahl-Oszillographen, so sind die Messungen so auszuwerten, dass für die Eingangsgrösse und für die Ausgangsgrösse, bzw. für die Differenz möglichst nur die Grundwelle berücksichtigt wird.

10.2.3

Sämtliche Messmethoden sind als Näherungsverfahren zu betrachten, bei denen mit einer Messunsicherheit von 10 % zu rechnen ist. Mit Rücksicht darauf darf der ermittelte Fehlergrenzfaktor bis zu 10 % von seinem Sollwert abweichen. Bei einem Wandler für Schutzzwecke sind z. B. bei einem verlangten Fehlergrenzfaktor $n > 10$ Messwerte von $n = 9$ an aufwärts zulässig. Bei einem Wandler für Messzwecke sind bei einem verlangten Fehlergrenzfaktor $n \leq 5$ Messwerte bis höchstens $n = 5{,}5$ zulässig.

10.2.4

Falls die Einhaltung eines *bestimmten* Fehlerfaktors verlangt wird, ist neben einer Toleranz von ± 30 % auf den Leerlaufstrom die Unsicherheit von 10 % für den Nachweis des Fehlergrenzfaktors noch hinzuzurechnen.

10.2.5

Bei der Bestimmung des für den Betrieb erforderlichen Fehlergrenzfaktors ist insbesondere darauf zu achten, dass dieser sehr stark bürdenabhängig ist. Wenn die Betriebsbürde eines Wandlers bedeutend kleiner ist als seine Nennbürde, so erhöht sich der auftretende Fehlergrenzfaktor.

10.3 Messverfahren

Zur Bestimmung des Fehlergrenzfaktors können die folgenden Messverfahren angewendet werden.

10.3.1

Das **Überstromverfahren** erfordert einen erheblichen Energieaufwand und hat im allgemeinen eine starke Erwärmung des Prüflings zur Folge. Es ist deshalb praktisch nur bei Stromwandlern mit kleinem Fehlergrenzfaktor anwendbar.

10.3.2

Das **Überbürdungsverfahren** hat gegenüber dem Überstromverfahren den Vorteil, dass der Prüfling nicht zu stark erwärmt wird. Es findet deshalb hauptsächlich dort Anwendung, wo das Überstromverfahren wegen zu hohem Energieaufwand oder zu starker Erwärmung des Prüflings nicht angewendet werden kann.

10.3.3

Das **Leerlaufverfahren** kann in praktisch allen Fällen angewendet werden.

Es ist insbesondere hinreichend für Stück- und Typenprüfungen bei Wandlern, welche praktisch der Bauweise mit Ringkern, gleichmässig verteilter Sekundärwicklung und im Zentrum liegender Primärwicklung entsprechen (anerkannt als Typen mit niederer Reaktanz ohne weiteren Versuch). Bei Anwendung des Leerlaufverfahrens zur Bestimmung des Fehlers beim Fehlergrenzstrom ist die E. M. K. das Produkt aus dem Fehlergrenzfaktor, dem sekundären Nennstrom und der Impedanz entsprechend der vektoriellen Summe der Nennbürde und dem Widerstand der Sekundärwicklung.

Für alle andern Wandlerbauweisen (Typen mit hoher Reaktanz) kann zum Nachweis des Fehlergrenzfaktors ein Typenversuch bei Überstrom zwischen Käufer und Hersteller vereinbart werden. Ferner soll ein Typenprüfprotokoll eines Wandlers ähnlicher Konstruktion an Stelle eines Versuches angenommen werden. Für die Ermittlung der E. M. K. beim Fehlergrenzstrom kann die Berücksichtigung der Streureaktanz und der Flussverhältnisse beim Überstrom noch weitere Korrekturen notwendig machen.

Die Bedingungen für die Einhaltung des Stromfehlers beim Fehlergrenzstrom nach Tab. VI sowie des Fehlergrenzfaktors können als erfüllt betrachtet werden, wenn bei einer Spannung U_0 an den Sekundärklemmen des primärseitig offenen Stromwandlers der Leerlaufstrom die unten angegebenen Werte nicht überschreitet.

$$U_0 = n \cdot I_{2n} \cdot Z \quad \text{in V}$$

worin

I_{2n} Sekundärnennstrom in A

n Fehlergrenzfaktor

Z Impedanz in Ω, bestehend aus der vektoriellen Summe von Sekundärbürde, Widerstand der Sekundärwicklung und der allfällig vorhandenen Streureaktanz

Da bei Anwendung des Leerlaufverfahrens ein scheinbarer Stromfehler gemessen wird, der grösser ist als der wirklich auftretende Stromfehler, darf bei der erwähnten E. M. K. der Wert des gemessenen Leerlaufstromes bei den Klassen 5P und 10P 6 % und 12 % des Fehlergrenzstromes betragen, entsprechend 5 % und 10 % zugelassenem Stromfehler.

10.4 Wandler ohne besonders festgelegten Fehlergrenzfaktor

In allen Fällen, wo keine Angaben über den Fehlergrenzfaktor gemacht werden, ist es dem Lieferanten anheimgestellt, den Wandler nach seinem Gutdünken zu dimensionieren. Die Angabe des Verwendungszweckes allein kann nicht als Forderung auf Einhaltung eines bestimmten Fehlergrenzfaktors aufgefasst werden.

11 Kurzschlussfestigkeit

11.1 Allgemeines

11.1.1

Stromwandler sind so zu dimensionieren, dass sie den am Einbauort zu erwartenden Kurzschlußströmen gewachsen sind.

11.1.2

Entsprechend den thermischen und den dynamischen Wirkungen des Stromes ist zwischen dem *thermischen* und dem *dynamischen* Grenzstrom zu unterscheiden.

11.2 Thermischer Grenzstrom

11.2.1

Die Grösse des thermischen Grenzstromes (siehe Ziff. 7.9) ist durch das Material und die Querschnitte der Primär- und der Sekundärwicklung bestimmt.

Der Querschnitt des Primärleiters muss mindestens

$$Q = \frac{I_{th}}{J}$$

betragen. Q ergibt sich in mm², wenn I_{th} in A und für die Stromdichte J (A/mm²) bei Kupfer 180, bei Aluminium 118 eingesetzt wird. Dabei ist vorausgesetzt, dass keine stärker gefährdeten Verbindungsstellen vorhanden sind und dass die benachbarten Isolierstoffe den sich kurzzeitig ergebenden Temperaturen gewachsen sind.

11.2.2

Der Nachweis des thermischen Grenzstromes gilt als erbracht, wenn nach einer Kurzschlussprüfung die Wicklungsprüfung nach Ziff. 6.6 und die Windungsprüfung nach Ziff. 13.2 in kaltem Zustand erneut ausgehalten werden und wenn Fehlermessungen vor und nach der Kurzschlussprüfung keine wesentlichen Unterschiede zeigen.

11.2.3

Bei der Auswahl eines Wandlers für eine Netzstelle ist zu beachten, dass der Dauerkurzschlußstrom I_k bei einer Kurzschlusszeit von t Sekunden und einer Frequenz von f Hertz unter Mitberücksichtigung der Wärmewirkung des abklingenden Gleichstromgliedes im praktisch vorkommenden ungünstigsten Fall den Betrag

$$I_k = \frac{I_{th}}{\sqrt{t + 0{,}05 \cdot \frac{50}{f}}}$$

nicht überschreiten darf.

Gleichzeitig ist aus Gründen der dynamischen Sicherheit des Wandlers die Bedingung

$$I_k \leqq 0{,}4 \cdot I_{dyn}$$

zu erfüllen.

11.3 Dynamischer Grenzstrom

11.3.1

Der dynamische Grenzstrom ist durch die Konstruktion des Wandlers bestimmt, in erster Linie durch die Form und die Anzahl der Primärleiter, sowie durch deren mechanische Abstützung. Bei Einstabwandlern ist der dynamische Grenzstrom in erster Linie durch die Einbauverhältnisse bestimmt.

11.3.2

Als Nachweis der genügenden dynamischen Festigkeit einer bestimmten Ausführungsform eines Stromwandlers gilt die bestandene Prüfung bei dynamischem Grenzstrom, nach Ziff. 11.4.

11.3.3

Bei der Auswahl eines Wandlers für eine Netzstelle ist zu beachten, dass im ungünstigsten Falle eines vollständig asymmetrischen Kurzschlusses die erste Amplitude des Kurzschlußstromes

$$I_{max} = 1{,}8 \cdot \sqrt{2} \cdot I_k \approx 2{,}5 \cdot I_k$$

werden kann, wobei

I_{max} die erste Amplitude des Kurzschlußstromes

I_k den Effektivwert des Dauerkurzschlußstromes

bedeuten.

11.4 Vorzugswerte

Die Grenzströme werden als x-faches des Nennstromes I_n angegeben, nämlich:

Thermischer Grenzstrom $I_{th} = x \cdot I_n$ (Effektivwert)
Dynamischer Grenzstrom $I_{dyn} = 2{,}5 \cdot x \cdot I_n$ (Scheitelwert)
Vorzugswerte sind: $I_{th} = 100 \cdot I_n$
$I_{dyn} = 250 \cdot I_n$

Bemerkung:

Für Nennströme über 300 A genügt es meistens, den thermischen Grenzstrom auf 30 kA und den dynamischen Grenzstrom auf 75 kA zu begrenzen.

12 Erwärmung

12.1 Anforderungen

Sofern zwischen Hersteller und Abnehmer nichts anderes vereinbart ist, können die Stromwandler dauernd bei Nennlast mit Nennstrom betrieben werden.

In den Fällen, wo eine Dauer-Überlastbarkeit des Stromwandlers angegeben wird, muss der Wandler den entsprechenden Strom dauernd aushalten.

Die unter Ziff. 5.1.3 genannten Grenzerwärmungen dürfen in beiden Fällen nicht überschritten werden.

Bei der Ermittlung der Erwärmung ist je nach Wandlerbauart eventuell noch zu berücksichtigen, dass im Betrieb noch eine zusätzliche Erwärmung durch dielektrische Verluste auftreten kann. Zur Kontrolle, ob solche Verluste mitberücksichtigt werden müssen, kann ein Erwärmungsversuch bei stromlosem aber unter höchster Betriebsspannung stehendem Wandler durchgeführt werden. Die Erwärmung zufolge dielektrischer Verluste ist mit der Erwärmung zufolge Stromwärmeverluste zu addieren.

12.2 Sonderfälle

Für Sonderfälle kann eine andere Dauerbetriebsart für die Erwärmungsprüfung zugrunde gelegt werden, z. B. Dauerbetrieb mit anschliessenden kurzzeitigen Überlastungen. Diese Betriebsart soll auf dem Leistungsschild vermerkt werden.

13 Isolationsfestigkeit

13.1 Wicklungsprüfung

Für die Prüfung der Isolationsfestigkeit von Stromwandlern (Wicklungsprüfung) gilt Ziff. 6.2.

13.2 Windungsprüfung

Die Stromwandler sind einer der Überspannungs-Windungsprüfungen nach Ziff. 13.2.1 oder 13.2.2 während 1 Minute zu unterwerfen.

13.2.1

Bei offener Sekundärwicklung wird eine Spannung von Nennfrequenz an die Primärwicklung angelegt, deren Höhe so zu wählen ist, dass in der Primärwicklung Nennstrom fliesst, dies unter der Voraussetzung, dass der Scheitelwert der dabei induzierten Sekundärspannung kleiner als 3,5 kV bleibt. Falls der Scheitelwert der Sekundärspannung bei Primärnennstrom grösser würde als 3,5 kV, so ist der Primärstrom auf jenen Wert einzustellen, der gerade 3,5 kV ergibt.

13.2.2

Bei offener Primärwicklung wird eine Spannung von Nennfrequenz an die Sekundärwicklung angelegt, deren Höhe so zu wählen ist, dass in der Sekundärwicklung Nennstrom fliesst, dies unter der Voraussetzung, dass der Scheitelwert der dazu nötigen Spannung kleiner bleibt als 3,5 kV. Falls der Scheitelwert der nötigen Sekundärspannung den Wert von 3,5 kV überschreiten sollte, wird die Prüfung mit einer Spannung von 3,5 kV durchgeführt.

13.3 Betrieb mit offenem Sekundärkreis

Stromwandler sind normalerweise nicht derart bemessen, dass sie mit offener Sekundärwicklung betrieben werden können.

14 Leistungsschild, Klemmenbezeichnungen

14.1 Leistungsschild

Jeder Stromwandler soll in von aussen nicht abtrennbarer, oder durch Plombierung gesicherter Weise die folgenden deutlichen und haltbaren Aufschriften tragen:

14.1.1 Name des Herstellers oder dessen Firmenzeichen
14.1.2 Fabrikations-Nr. und evtl. Typenbezeichnung
14.1.3 Höchste Betriebsspannung und (durch Schrägstrich getrennt) Prüfspannung bei Industriefrequenz
14.1.4 Nennübersetzung, bzw. Primär- und Sekundär-Nennstrom (eventuelle Überlastbarkeit)
14.1.5 Nennleistung, bzw. Nennleistungs-Bereich
14.1.6 Nennfrequenz oder Nennfrequenz-Bereich
14.1.7 Klassenzeichen

ferner, wenn nötig oder gewünscht:

14.1.8 Systemzeichen und Systemnummer (sofern Wandler amtlich zugelassen)
14.1.9 Herstellungsjahr
14.1.10 Fehlergrenzfaktor
14.1.11 Thermischer und dynamischer Grenzstrom
14.1.12 Schaltungsschema (in komplizierteren Fällen)
14.1.13 Klemmen- oder Kernbezeichnung, soweit erforderlich
14.1.14 Berücksichtigte Regeln (z. B. SEV)

Wegen der Schwierigkeit, die Angaben 14.1.1 bis 14.1.7 bzw. 14.1.8 bis 14.1.14 bei kleinen Wandlern auf ein angemessenes Schild zu bringen, können die Schildangaben auf Ziff. 14.1.1 und 14.1.4 beschränkt werden, vorbehältlich der eidgenössischen Vorschriften über die amtliche Prüfung von Elektrizitätsverbrauchsmessern und Messwandlern.

14.2 Klemmenbezeichnungen

In Bearbeitung.

15 Prüfung auf Übereinstimmung mit den vorliegenden Regeln; Reihenfolge der Prüfungen

15.1 Kennzeichnung

Stromwandler, welche den vorliegenden Regeln entsprechen, dürfen die Aufschrift «SEV» (Ziff. 14.1.14) tragen.

15.2 Typenprüfung

Bei der Durchführung einer *Typenprüfung* sind folgende Prüfungen auszuführen:

— Prüfung mit Wechselspannung von Industriefrequenz nach Ziff. 6.6
— Prüfung mit Wechselspannung von Industriefrequenz nach Ziff. 6.6 unter Regen (Ziff. 6.1.3), für Stromwandler bestimmt für Freiluftaufstellung
— Prüfung mit Stoßspannung nach Ziff. 6.7
— Prüfung der Polarität nach Ziff. 14.2
— Ermittlung der Messgenauigkeit nach Ziff. 9
— Prüfung auf Verhalten bei Überstrom nach Ziff. 10
— Prüfung der Kurzschlussfestigkeit mit thermischem Grenzstrom nach Ziff. 11 [2])
— Prüfung der Kurzschlussfestigkeit mit dynamischem Grenzstrom nach Ziff. 11 [2])
— Prüfung der Erwärmung nach Ziff. 12
— Windungsprüfung nach Ziff. 13.2

15.3 Fertigungsprüfung

Die Durchführung einer *Fertigungsprüfung* (Fabrikations- oder Abnahmeprüfung) beschränkt sich zweckmässigerweise auf folgende Prüfungen:

— Prüfung mit Wechselspannung von Industriefrequenz nach Ziff. 6.6
— Prüfung der Polarität nach Ziff. 14.2
— Ermittlung der Messgenauigkeit nach Ziff. 9
— allfällig Prüfung auf Verhalten bei Überstrom nach Ziff. 10

Dritter Teil

Bestimmungen über Spannungswandler

16 Begriffsbestimmungen

16.1

Die **Nennleistung eines Spannungs-Wandlers** ist die auf dem Leistungsschild in VA angegebene, unter Berücksichtigung der Bestimmungen über die Fehlergrenzen (Ziff. 18.2) festgesetzte und auf sekundäre Nennspannung bezogene Scheinleistung. Nennleistungen gelten für den Leistungsfaktor $\cos\beta = 0{,}8$, sofern nichts anderes angegeben ist.

16.2

Als **Nennleistung eines Dreiphasen-Spannungswandlers** gilt das Dreifache der Einphasenleistung. Sie wird in der Form «3 × Einphasenleistung» angegeben.

Bei offenen Dreieckwicklungen versteht man unter Nennleistung das Produkt aus der Spannung an der offenen Dreieckwicklung bei primärseitigem sattem Erdschluss und dem Nennstrom in der Erdschluss-Wicklung.

16.3

Die **Grenzleistung eines Spannungswandlers** ist die unter Berücksichtigung der Bestimmungen über die Erwärmung festgesetzte und auf die Nennspannung bezogene Scheinleistung. Sie wird auf dem Leistungsschild in VA oder kVA angegeben.

16.4

Als **Grenzleistung eines Dreiphasen-Spannungswandlers** gilt das Dreifache der Einphasenleistung; sie wird in der Form «3 × Einphasenleistung» angegeben.

[2]) Der Nachweis der dynamischen und der thermischen Kurzschlussfestigkeit darf an einer form- und dimensionsgemässen Wicklungsanordnung erbracht werden.

16.5

Der **Spannungsfehler** F_u eines Spannungswandlers bei einer gegebenen primären Klemmenspannung ist die prozentuale Abweichung der sekundären Klemmenspannung von ihrem Sollwert. Er ergibt sich aus der primären Klemmenspannung durch Division mit der Nennübersetzung. Der Spannungsfehler wird positiv gerechnet, wenn der tatsächliche Wert der sekundären Spannung den Sollwert übersteigt.

Der Spannungsfehler F_u eines Spannungswandlers beträgt:

$$F_u = 100 \frac{U_2 \cdot K_n - U_1}{U_1} \text{ in } \%$$

wobei: K_n Nennübersetzung
U_1 Primärspannung
U_2 Sekundärspannung

16.6

Der **Fehlwinkel** δ_u eines Spannungswandlers ist die Phasenverschiebung der sekundären Klemmenspannung gegen die primäre Klemmenspannung. Die Ausgangsrichtungen sind hierbei so vorausgesetzt, dass sich bei Fehlerfreiheit des Wandlers eine Verschiebung von 0° (nicht 180°) ergibt. Der Fehlwinkel wird in (Winkel) Minuten oder Centiradiant angegeben und positiv gerechnet, wenn die sekundäre Grösse voreilt.

Bemerkung:

1 Centiradiant = 34,4 Minuten.

16.7

Messwicklungen dienen im allgemeinen zum Anschluss von Zählern, Messgeräten und dergleichen.

16.8

Relais- und Erdschluss-Wicklungen dienen im allgemeinen zum Anschluss von Schutzeinrichtungen.

17 Normwerte

17.1 Primär-Nennspannungen

Genormte Primär-Nennspannungen, auf welche sich das Übersetzungsverhältnis bezieht, sind:

220 — 380 — 500 V
1 — 3 — (6) — 10 — 15 — 20 — 30 — 45 — 60 —110 —
150 — 220 — 380 kV

bzw. das $1/\sqrt{3}$-fache dieser Werte. Der eingeklammerte Wert soll soweit als möglich vermieden werden.

17.2 Sekundär-Nennspannungen

Genormte Sekundär-Nennspannungen sind:

100 V, 200 V, bzw. das $1/\sqrt{3}$-fache dieser Werte.

17.3 Nennleistungen

Genormte Nennleistungen sind:

(10) — (20) — 30 — 60 — 90 — 120 — 180 — 240 — 300 VA

bei einem sekundären Leistungsfaktor $\cos\beta = 0{,}8$. Die eingeklammerten Werte sollen soweit als möglich vermieden werden.

Bemerkung:

Für Verrechnungswandler siehe auch die eidgenössischen Vorschriften über die amtliche Prüfung von Elektrizitätsverbrauchsmessern und Messwandlern.

18 Klassen und Fehlergrenzen

18.1 Einteilung in Klassen

18.1.1

Die Spannungswandler werden entsprechend ihren Eigenschaften und ihrem Verwendungszweck in die Klassen gemäss Tabelle VIII eingeteilt:

Spannungswandlerklassen

Tabelle VIII

Klasse (zugleich Klassenzeichen)	0,1	0,2	0,5	1	3

18.1.2

Das Klassenzeichen nach Tabelle VIII darf nur für Spannungswandler verwendet werden, die den Bestimmungen dieser Regeln entsprechen.

18.1.3

Bei Spannungswandlern mit mehreren Übersetzungen müssen, sofern nur ein Klassenzeichen und nur eine Nennleistung angegeben sind, die Bestimmungen dieser Klasse für alle Übersetzungen erfüllt sein. Andernfalls sind zu jeder Übersetzung die zugehörige Nennleistung und die zugehörige Klasse anzugeben. Das Gleiche gilt sinngemäss für Wandler mit mehreren Wicklungen.

18.2 Fehlergrenzen

18.2.1

Die Spannungswandler haben entsprechend ihrer Klassen nach Tabelle VIII die in Tabelle IX festgelegten Fehlergrenzen einzuhalten.

Fehlergrenzen für Spannungswandler in Funktion der Nennspannung und der Klasse

Tabelle IX

Klasse	Spannungsbereich U_n	± Spannungsfehler F_u in %	± Fehlwinkel δ_u in Minuten
0,1	0,8...1,2	0,1	5
0,2	0,8...1,2	0,2	10
0,5	0,8...1,2	0,5	20
1	0,8...1,2	1	40
3	1	3	—

18.2.2

Die Fehlergrenzen nach Tabelle IX gelten für Nennfrequenz und für:

18.2.2.1

Wandler der Klassen 0,1...1 für Belastung bei Nennleistung bis 60 VA zwischen $^1/_4$...$^1/_1$ Nennleistung, für Belastung bei Nennleistung über 60 VA zwischen 15 VA und Nennleistung bei einem sekundären Leistungsfaktor $\cos\beta = 0{,}8$.

18.2.2.2

Wandler der Klasse 3 für Leistungen zwischen $^1/_2$ und $^1/_1$ Nennleistung $\cos\beta = 0{,}8$.

18.2.3

Ist in Sonderfällen zusätzlich zu der einer bestimmten Klasse zugeordneten Nennleistung ein Leistungsbereich für eine höhere Klassengenauigkeit auf dem Leistungsschild angegeben, so hat der Wandler beiden Anforderungen zu genügen.

18.2.4

Ist bei Spannungswandlern mit mehreren Sekundärwicklungen (ausgenommen Erdschluss-Wicklung) auf dem Leistungsschild keine Summenleistung angegeben, so hat jede Wicklung der garantierten Klasse zu genügen, und zwar bei unbelasteten und vollbelasteten übrigen Sekundärwicklungen. Die speziell bezeichnete Erdschluss-Wicklung bleibt dabei stets unbelastet. Ist die Summenleistung gleich der Nennleistung der einzelnen Wicklungen, so ist die Prüfung der Messgenauigkeit für jede Wicklung bei ihren $^1/_4$ und $^4/_4$-Nennleistungen, ausserdem in unbelastetem Zustand bei $^1/_1$ Nennleistung der zweiten, eventuell dritten Sekundärwicklung auszuführen.

18.2.5

Die Fehlergrenzen gelten für Spannungswandler einschliesslich ihres Mess- und Schutzzubehörs.

18.3 Ermittlung der Messgenauigkeit

18.3.1

Um allfällige systematische Messunsicherheiten, Fehler von Messbrücken und Normalen bei Prüfungen ausserhalb des Prüflokals zu berücksichtigen, wird ein Spannungswandler als innerhalb der Klassengenauigkeit liegend betrachtet, wenn die gemessenen Fehler die Fehlergrenzen um nicht mehr als die in Tabelle X angegebenen Toleranzen überschreiten.

Messtoleranzen für Spannungswandler

Tabelle X

Klasse	Messtoleranzen	
	± Spannungsfehler F_u in %	± Fehlwinkel δ_u in Minuten
0,1	0,02	1
0,2	0,03	2
0,5	0,05	3
1	0,1	5

18.3.2

Die Messtoleranzen dürfen nicht als Fabrikationstoleranzen aufgefasst werden, d. h. ein Wandler darf die Messtoleranz auf der positiven oder negativen Fehlergrenze, aber nicht beidseitig, und hinsichtlich Fehleränderung nur den für die betreffende Klasse vorgeschriebenen Bereich beanspruchen.

18.3.3

Wandlern der Klasse 3 werden keine Messtoleranzen zugeordnet.

19 Erwärmung

19.1 Anforderungen

19.1.1

Sofern zwischen Hersteller und Abnehmer nichts anderes vereinbart ist, hat der Spannungswandler bei den Betriebsbedingungen nach Ziff. **19.1.2...19.1.5** eine Erwärmungsprüfung zu bestehen, wobei die in Ziff. **5** festgelegten Anforderungen erfüllt werden müssen.

19.1.2

Zur Bestimmung der Enderwärmung werden alle Spannungswandler dauernd belastet mit:

19.1.2.1

Nennleistung bei einer Spannung von 1,2 U_n.

19.1.2.2

Grenzleistung bei einer Spannung von 1,0 U_n.

19.1.3

Einpolig isolierte Spannungswandler zum Anschluss zwischen Pol und Erde in Netzen mit wirksam geerdetem Nullpunkt, bei welchen die Kerninduktion so gewählt ist, dass sie nicht dauernd mit der verketteten Nennspannung beansprucht werden dürfen, sind bezüglich Erwärmung so zu dimensionieren, dass bei Nennleistung überdies die 1,4fache Nennspannung dauernd ertragen wird. Sie werden danach geprüft und erhalten zur Kennzeichnung das Symbol ⏚ hinter der Nennspannungsbezeichnung.

Beispiel: 220 000: $\sqrt{3}$/200: $\sqrt{3}$ V ⏚

19.1.4

Einpolig isolierte Spannungswandler für Betrieb in nicht wirksam geerdeten Netzen werden überdies mit einer Spannung von $1.2 \times \sqrt{3} \times U_n$ während 4 Stunden, ausgehend vom kalten Zustand, bei Nennleistung geprüft.

Bemerkung:

Unter diese Prüfbedingung fallen alle einpolig isolierten Spannungswandler, welche die in Ziffer **19.1.3** geforderte Kennzeichnung nicht tragen .

19.1.5

Eine allfällig vorhandene Erdschlusswicklung bleibt bei den Versuchen nach Ziff. **19.1.2** und **19.1.3** unbelastet; sie wird nur beim Versuch nach Ziff. **19.1.4** mit ihrer Nennleistung belastet.

19.2 Sonderfälle

Für Sonderfälle kann der Erwärmungsprüfung eine andere Dauerbetriebsart zu Grunde gelegt werden; diese soll auf dem Leistungsschild vermerkt werden.

20 Isolationsfestigkeit

20.1 Prüfung mit Fremdspannung

Die Prüfung der Isolationsfestigkeit von Spannungswandlern erfolgt nach Ziff. **6** unter Beachtung der Einschränkungen gemäss Ziff. **20.2...20.3.**

20.2 Prüfung mit induzierter Spannung

Spannungswandler, bei denen ein Pol der Oberspannung fest geerdet ist, haben die Prüfung mit fremder Prüfspannung nicht zu bestehen, sondern nur eine Prüfung mit induzierter Spannung von gleichen Spannungswerten. Falls die Prüfanlage eine Prüfung mit den vorgeschriebenen Spannungswerten nicht erlaubt, sind Werte anzuwenden, die möglichst nahe an die in der Tabelle II festgelegten herankommen. Bei allen Prüfungen mit induzierter Spannung beträgt die Prüfdauer 1 Minute, sofern die Prüffrequenz höchstens gleich der doppelten Nennfrequenz ist. Bei höherer Prüffrequenz beträgt die Prüfdauer t:

$$t = 2 \cdot \frac{\text{Nennfrequenz}}{\text{Prüffrequenz}} \cdot 60 \text{ s}$$

mindestens aber 15 s.

Die induzierte Prüfspannung bei zweipoligen Wandlern beträgt zweimal die Nennspannung.

20.3 Stossprüfung

Die Stossprüfung von Spannungswandlern ist als bestanden zu betrachten, wenn durch eine geeignete Methode (analog wie bei Leistungstransformatoren) kein Schaden festzustellen ist, und unmittelbar nach der Stossprüfung die Prüfung mit Fremd- und induzierter Spannung und die Übersetzungsmessung mit Erfolg ausgeführt werden können.

21 Leistungsschild, Klemmenbezeichnungen

21.1 Leistungsschild

Jeder Spannungswandler soll in von aussen nicht abtrennbarer oder durch Plombierung gesicherter Weise die folgenden deutlichen und haltbaren Aufschriften tragen:

21.1.1 Name des Herstellers oder dessen Firmenzeichen
21.1.2 Fabrikations-Nr. und evtl. Typenbezeichnung
21.1.3 Höchste Betriebsspannung und (durch Schrägstrich getrennt) Prüfspannung bei Industriefrequenz
21.1.4 Nennübersetzung bzw. Primär- und Sekundär-Nennspannung
21.1.5 Nennleistung
21.1.6 Nennfrequenz oder Nennfrequenz-Bereich
21.1.7 Klassenzeichen
21.1.8 Nennkapazität (bei kapazitiven Spannungswandlern)

ferner wenn nötig oder gewünscht:

21.1.9 Systemzeichen und Systemnummer (sofern Wandler amtlich zugelassen)
21.1.10 Herstellungsjahr
21.1.11 Thermische Grenzleistung
21.1.12 Klemmen- oder Wicklungsbezeichnungen, soweit erforderlich
21.1.13 Berücksichtigte Regeln (z. B. SEV)

Wegen der Schwierigkeit, die Angaben **21.1.1** bis **21.1.8** bzw. **21.1.9** bis **21.1.13** bei kleinen Wandlern auf ein angemessenes Schild zu bringen, können die Schildangaben auf Ziff. **21.1.1, 21.1.2** und **21.1.4** beschränkt werden, vorbehältlich der eidgenössischen Vorschriften über die amtliche Prüfung von Elektrizitätsverbrauchsmessern und Messwandlern.

Besitzt ein Spannungswandler eine Erdschlusswicklung, so sind die entsprechenden Sekundärklemmen speziell zu bezeichnen.

Besitzt ein Spannungswandler mehrere Sekundärwicklungen, so sollen auf dem Leistungsschild wenn möglich die Nennleistungen der einzelnen Wicklungen und die Summenleistung des Wandlers angegeben werden.

21.2 Klemmenbezeichnungen

(In Bearbeitung)

22 Prüfung auf Übereinstimmung mit den vorliegenden Regeln; Reihenfolge der Prüfungen

22.1 Kennzeichnung

Messwandler, welche den vorliegenden Regeln entsprechen, dürfen die Aufschrift «SEV» (Ziff. **21.1.13**) tragen.

22.2 Typenprüfung

Bei der Durchführung einer Typenprüfung sind folgende Prüfungen auszuführen:

— Prüfung mit Wechselspannung von Industriefrequenz nach Ziff. **20**
— Prüfung mit Wechselspannung von Industriefrequenz nach Ziff. **20** unter Regen, für Spannungswandler bestimmt für Freiluftaufstellung
— Prüfung mit Stoßspannung nach Ziff. **20**
— Prüfung der Polarität nach Ziff. **21.2**
— Ermittlung der Messgenauigkeit nach Ziff. **18**
— Prüfung der Erwärmung nach Ziff. **19**

22.3 Fertigungsprüfung

Die Durchführung einer *Fertigungsprüfung* (Fabrikations- oder Abnahmeprüfung) beschränkt sich zweckmässigerweise auf folgende Prüfungen:

— Prüfung mit Wechselspannung von Industriefrequenz nach Ziff. **20**
— Prüfung der Polarität nach Ziff. **21.2**
— Ermittlung der Messgenauigkeit nach Ziff. **18**

23 Besondere Bestimmungen über kapazitive Spannungswandler

23.1 Allgemeines

Sofern die nachstehenden Angaben nicht ausdrücklich etwas anderes bestimmen, so haben die Festlegungen der Ziff. **1...6** und **16...22** auch für kapazitive Spannungswandler Gültigkeit.

Die Einhaltung der nachstehenden besonderen Bestimmungen für kapazitive Spannungswandler sind, sofern nichts anderes vermerkt ist, durch Typenversuche nachzuweisen.

23.2 Spezielle Anforderungen an die Messgenauigkeit

23.2.1

Bei kapazitiven Spannungswandlern sind die möglichen Einflüsse von

a) Frequenzänderungen im Bereiche von 100 ± 1,5 % Nennfrequenz,

b) Änderungen der stationären Umgebungstemperaturen im Bereiche von — 25 bis + 40 °C,

c) Streukapazitäten, Regen, Nebel und Verschmutzung,

d) Alterung,

so weit einzuschränken, dass die in Tabelle VIII angegebenen Fehlergrenzen im ungünstigsten Falle um nicht mehr als

± 0,06 %, bzw. ± 3 min für Wandler der Klasse 0,2
± 0,15 %, bzw. ± 6 min für Wandler der Klasse 0,5
± 0,30 %, bzw. ± 12 min für Wandler der Klasse 1

überschritten werden.

23.2.2

Der Einfluss von Streukapazitätsänderungen, von Regen, Nebel und Verschmutzung kann im wesentlichen durch eine Messung der Fehlergrössen trocken und unter Regen erfasst werden.

(Ausführung von Prüfungen unter Regen siehe Publ. 173 des SEV, Regeln für Spannungsprüfungen.)

23.3 Grenzleistung von kapazitiven Spannungswandlern

Es sei darauf hingewiesen, dass die Grenzleistung von kapazitiven Spannungswandlern nicht nur thermisch, sondern auch durch die Spannungsbeanspruchungen im induktiven oder kapazitiven Messteil beschränkt sein kann.

23.4 Dämpfung kapazitiver Spannungswandler

23.4.1

Kapazitive Spannungswandler sind so auszuführen, dass sie von sich aus keine dauernden Unterwellen aufrecht erhalten können, sofern diese nicht in der Primärspannung vorkommen.

Einschwingvorgänge als Folge von plötzlichen Änderungen der Primärspannung oder der Sekundärbürde müssen möglichst schnell gedämpft werden.

23.4.2

Diese Anforderungen hinsichtlich einer genügenden Dämpfung können im allgemeinen als erfüllt betrachtet werden, wenn die folgenden Bedingungen erfüllt sind:

Bei Primärspannungen von 70 % und 100 % der höchsten Betriebsspannung des Wandlers und einer angeschlossenen Bürde von ca. 1 VA wird an den Sekundärklemmen ein Kurzschluss eingeleitet. Nachdem der Sekundär-Kurzschlußstrom seinen Beharrungswert erreicht hat, wird der Kurzschluss möglichst beim natürlichen Strom-Nulldurchgang unterbrochen.

Beim entstehenden Schwingungsvorgang darf die Abweichung der Sekundärspannung vom Sollwert nach einer Zeit von 10 Perioden höchstens 10 %, und nach einer Sekunde höchstens 1 % betragen. Diese Prüfung ist bei den angegebenen Primärspannungen mindestens je 10mal auszuführen.

23.4.3

Für kapazitive Spannungswandler mit angeschlossenen Relaisschutzeinrichtungen ist es zudem wichtig, dass bei einem primären Klemmenkurzschluss der mit der höchsten Betriebsspannung des Wandlers erregten Primärseite, auch die Sekundärspannung rasch auf Null zusammenbricht.

Bei einem eventuell auftretenden Ausgleichvorgang muss je nach verwendetem Relaistyp die Restspannung in kürzester Zeit auf einen maximal zulässigen Wert abgeklungen sein.

Bemerkung:

Die maximal zulässigen Werte von Abklingzeit und Restspannung sind zwischen Hersteller, Abnehmer und Relaisfabrikant zu vereinbaren.

Zur Orientierung diene, dass bei hohen Ansprüchen die Restspannung innert weniger Perioden auf weniger als 1 % der Polspannung abgeklungen sein soll.

Diese Prüfung ist an dem mit $^1/_4$ und $^1/_1$ Nennleistung belasteten Wandler mindestens je 10mal auszuführen.

23.5 Spezielle Prüfbestimmungen für kapazitive Spannungswandler

23.5.1

Bei kapazitiven Spannungswandlern mit einzeln zugänglichen Teilen, werden an Stelle der Wicklungsprüfungen am ganzen Wandler (Ziff. **20**) getrennte Stückprüfungen der Kondensator-Einheiten und des angeschlossenen Messteils vorgenommen.

23.5.2

Die ganze Kondensator-Einheit wird mit einer Wechsel-Prüfspannung gemäss Tabelle II geprüft.

In Ausnahmefällen kann die Spannungsprüfung auch mit Gleichspannung ausgeführt werden, der Prüfspannungswert beträgt dann 1,6mal Wechselspannungsprüfwert.

Vor und nach der Spannungsprüfung soll an der Kapazitätseinheit Kapazität und Verlustwinkel gemessen werden. Die Messwerte sollen praktisch übereinstimmen.

23.5.3

Der induktive Messteil wird als Stückprüfung mit der Prüfspannung der Kondensatoreinheit, dividiert durch das Teilverhältnis des kapazitiven Spannungsteilers geprüft.

Muss diese Prüfung mit erhöhter Frequenz vorgenommen werden, so gilt Ziff. **20.2** sinngemäss.

23.5.4

Zur Kontrolle der richtigen Bemessung aller im Wandler eingebauten Teile, wird der fertige kapazitive Spannungswandler als Stückprüfung einer kurzzeitigen Überspannungsprüfung mit 0,8mal höchste verkettete Betriebsspannung bei Nennfrequenz unterworfen. Die Prüfdauer beträgt höchstens 5 s.

23.5.5

Wird der kapazitive Spannungswandler bei einer Typenprüfung auch der Stoßspannungsprüfung unterzogen, so ist diese am fertigen Wandler mit Prüfspannungswerten gemäss Tabelle II auszuführen.

Vor und nach der Stossprüfung soll die Kapazität und der Verlustwinkel der Kondensator-Einheit gemessen werden. Die Messwerte sollen praktisch übereinstimmen.

23.6 Spezielle Hinweise für kapazitive Spannungswandler

Wird der Kondensator des Spannungswandlers als Kopplungskondensator einer Hochfrequenzanlage benützt, so sind die folgenden Hinweise zu beachten:

23.6.1

Die im Nullpunkt des Kondensators eingebauten TFH-Kopplungsglieder [3]) sollen die Messgenauigkeit des Spannungswandlers praktisch nicht beeinflussen (Grössenordnung: maximal 10 % der in Tabelle IX angegebenen Fehler).

23.6.2

Die Eigenfrequenz des Kondensators muss grösser als 600 kHz sein.

23.6.3

Durch das Zuschalten des mit Nennbürde belasteten induktiven Messteils, soll im Frequenzbereich 35...450 kHz für den

[3]) TFH Trägerfrequenzverbindung über Hochspannungsleitungen.

Kondensator keine grössere Zusatzdämpfung als 0,2 Neper eintreten.

23.6.4

Der bei 450 kHz gemessene Serie-Dämpfungswiderstand des Kondensators soll kleiner als 50 Ω sein.

23.6.5

Sofern die Klemme für den Anschluss des TFH-Gerätes nicht über eine Drosselspule oder dergleichen im Innern des Apparates geerdet ist, muss eine Aufschrift «Achtung Hochspannung» angebracht werden. Ferner ist anzugeben, dass die Klemme bei Nichtbenützung zu erden ist.

Vierter Teil

Bestimmungen über kombinierte Strom- und Spannungswandler

24 Allgemeines

Für die kombinierten Strom- und Spannungswandler sind die Angaben über Definitionen, genormte Werte, Klassifikation, Erwärmung, Isolationsfestigkeit, Leistungsschild, Klemmenbezeichnung, Prüfung auf Übereinstimmung mit den vorliegenden Regeln und Reihenfolge der Prüfungen der Ziff. 1...22 sinngemäss anzuwenden.

25 Gegenseitige Beeinflussung

25.1 Anforderung

25.1.1

Die Klassengenauigkeit der kombinierten Strom- und Spannungswandler darf durch gegenseitige Beeinflussung der einzelnen Wandler unter sich nicht überschritten werden.

25.1.2

Die Prüfung von kombinierten Strom- und Spannungswandlern auf gegenseitige Beeinflussung der Einzelwandler ist eine Typenprüfung.

25.2 Beeinflussung des Spannungswandlers durch den Stromwandler

Eine allfällige Beeinflussung des Spannungswandlers durch den Stromwandler ist folgendermassen zu untersuchen:

25.2.1

Bei stromlosem Stromwandlerkreis wird die Messgenauigkeit des Spannungswandlers gemäss Ziff. **18** bestimmt.

25.2.2

Der Stromwandler wird alsdann gespeist und die Messgenauigkeit des Spannungswandlers wieder ermittelt.

Bei einer vorhandenen Beeinflussung dürfen die Abweichungen der Spannungswandlerfehler zwischen den Messungen nach Ziff. **25.2.1** und **25.2.2**, für jeden beliebigen Strom des Stromwandlers zwischen 0 und $1{,}2 \cdot I_n$ und bei beliebiger Phasenlage zwischen Strom und Spannung, die in Ziff. **25.4** festgelegten Werte nicht überschreiten.

25.3 Beeinflussung des Stromwandlers durch den Spannungswandler

Eine allfällige Beeinflussung des Stromwandlers durch den Spannungswandler ist folgendermassen zu untersuchen:

25.3.1

Bei unerregtem Zustand des nur mit Sekundärwicklung ausgerüsteten Spannungswandlers, wird die Messgenauigkeit des Stromwandlers gemäss Ziff. **9** bestimmt.

25.3.2

Der Spannungswandlerkern wird hierauf durch die Sekundärwicklung erregt, und die Messgenauigkeit des Stromwandlers wieder ermittelt.

Bei einer vorhandenen Beeinflussung dürfen die Abweichungen der Stromwandlerfehler zwischen den Messungen nach Ziff. **25.3.1** und **25.3.2** für jede beliebige Spannung des Spannungswandlers zwischen 0 und $1{,}2 \cdot U_n$ und bei beliebiger Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung, die in Ziff. **25.4** festgelegten Werte nicht überschreiten.

25.4 Erhöhte Beeinflussung

Falls bei kombinierten Strom- und Spannungswandlern die gegenseitige Beeinflussung der Messgenauigkeit der Strom- und Spannungswandler grösser ist als

0,06 % bzw. 3 min für Wandler der Klasse 0,2
0,15 % bzw. 6 min für Wandler der Klasse 0,5
0,30 % bzw. 12 min für Wandler der Klasse 1

so ist auf Grund der Typenprüfung besonders nachzuweisen, dass durch diese Beeinflussung die Klassengenauigkeit nicht überschritten wird.

26 Schaltung

Die Primärwicklung des Spannungswandlers soll nach Möglichkeit wahlweise an eine der beiden Primärklemmen des Stromwandlers angeschlossen werden können.

Anhang

Erläuterungen und Empfehlungen

(noch auszuarbeiten)

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. 60.–, im Ausland: pro Jahr Fr. 70.–. Einzelnummern im Inland: Fr. 5.–, im Ausland: Fr. 6.–.

Nachdruck:

Nur mit Zustimmung der Redaktion.

Nicht verlangte Manuskripte werden nicht zurückgesandt.