

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 69 (1978)

Heft: 15

Rubrik: Vereinsnachrichten = Communications des organes de l'Association

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: 14.01.2026

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

Vereinsnachrichten – Communications des organes de l'Association

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

Les articles paraissant sous cette rubrique sont, sauf indication contraire, des communiqués officiels de l'ASE.

Sitzungen – Séances

Fachkollegium 64 des CES Hausinstallation

UK 64, Unterkommission für internationale Aufgaben

36. Sitzung / 8. 6. 1978 in Bern / Vorsitz: Ch. Ammann

Die Sitzung wurde für die Behandlung der Einsprachen des Entwurfes des Harmonisierungsdokumentes (HD), CENELEC/TC 64A 1064, Elektrische Anlagen von Gebäuden, Teil 4: Schutzmassnahmen, Kapitel 41: Schutz gegen zu hohe Berührungsspannungen (CEI-Publ. 364-41, 1. Ausgabe, 1978) einberufen. Dieses Dokument wurde im Bull. SEV/VSE 69(1978)8, 29. April, dem öffentlichen Einspruchverfahren unterworfen. Zwei Vertreter der einsprechenden Organisationen waren anwesend – der Vereinigung Schweizerischer Elektro-Kontrolleure (VSEK) und einer Gruppe von elf Elektrizitätswerken.

In der Einführung orientierte der Vorsitzende darüber, dass die CENELEC-Harmonisierungsdokumente eher in Form eines Lehrbuches abgefasst werden. Aus diesem Grunde ist das vorliegende HD, das ausserdem nur einen Teil des geplanten Vorschriftenwerkes für Gebäudeinstallation des CENELEC darstellt, mit der bestehenden Hausinstallationsvorschrift des SEV (HV) nicht vergleichbar. Das vom CES genehmigte zukünftige Vorgehen zur Ablösung der alten HV durch eine neue sieht vor, für die Dauer einer Übergangsphase von ca. drei bis fünf Jahren, die bisherige HV als Band A (A5-Format) parallel zur neuen HV (A4-Format) in Kraft zu belassen. Die neue HV, die aus sechs Teilen bestehen wird, soll nach und nach, der Erscheinungsfolge entsprechend, in der Schweiz in Kraft gesetzt werden.

Die Einsprecher beantragten eine Fristverlängerung, der aber wegen der für September 1978 anberaumten Sitzung des TC 64 des CENELEC nicht stattgegeben werden konnte. Der Vorsitzende und ein Mitglied der UK 64 erklärten sich jedoch bereit, an einer Sitzung der Einsprecher teilzunehmen und bei der Ausarbeitung der Einsprache beratend mitzuwirken.

Die wichtigsten Neuerungen und Abweichungen des vorliegenden Harmonisierungsdokumentes gegenüber der HV kamen zur Sprache, u. a. der Geltungsbereich, Wechselstrom-/Gleichstromkreise mit den entsprechenden Nennspannungen von 1000 V bzw. 1500 V. Die neuen Bezeichnungen der Netztypen, TN, TT- und IT-Netz, die den jetzigen Bezeichnungen Nullung, Schutzerdung bzw. Schutzleitersystem entsprechen. Neu ist auch die höchstzulässige Dauer der Berührungsspannung. Fehlerstromschutzeinrichtungen werden nur als Zusatz zu anderen Schutzeinrichtungen zugelassen. Stromkreise über 25 V müssen isoliert sein.

Die beiden Entwürfe der Harmonisierungsdokumente, die aus HD 25 und Anhang zu HD 25 hervorgingen, wurden im Bull. SEV/VSE 69(1978)9, 13. Mai, dem öffentlichen Einspruchverfahren unterworfen und anschliessend kurz behandelt. Sie tragen den gemeinsamen Titel «Elektrische Anlagen von Gebäuden Teil 4: Schutzmassnahme» und bilden die theoretische Grundlage des Kapitels 43. CENELEC 64B(SEC)2075, Kapitel 43: Überstromschutz. CENELEC 64B(SEC)2076, Kapitel 47: Anwendung der Schutzmassnahme, Abschnitt 473: Überstromschutz. Mk

Persönliches und Firmen – Personnes et firmes

Dewald AG, Zürich. Seit kurzem vertritt Dewald AG die britische Weir Electronics Ltd. exklusiv in der Schweiz und in Liechtenstein. Diese produziert Labor- und Mikroprozessornetzgeräte sowie Stromversorgungen nach Kundenspezifikationen.

W. Moor AG, Regensdorf. Die Firma ist einer der bedeutenden Schweizer Importeure von elektrotechnischen Halbfabrikaten und elektronischen Bauteilen. Im Rahmen des Ausbaues ihrer Aktivitäten hat sie kürzlich eine massgebende Beteiligung an der Technoprojekt GmbH, Industrielle Elektronik, Stuttgart, erworben. Damit werden ihre Aktivitäten auch auf den deutschen Markt ausgeweitet.

Sprecher+Schuh Werkbesichtigungen 1978. Im Juni hat die Sprecher+Schuh AG, Aarau, ihre Tradition der alle paar Jahre wiederkehrenden Werkbesichtigungen wieder aufgenommen. Anlässlich von bestens organisierten Rundgängen konnten die gegen 1500 Kunden aus dem In- und Ausland aus jedem Tätigkeitsbereich einige Schwerpunkte der jüngsten Entwicklung besichtigen.

Höhere Schaltleistungen und kleinere Abmessungen sind Merkmale der neuesten *Hochspannungsschalter*. Auch die Überspannungsableiter sind bei erhöhter Leistungsfähigkeit kleiner geworden. Im neu geschaffenen Bereich *Mittelspannungsanlagen* liegt der Akzent auf kompakten, wirtschaftlichen Schaltanlagen mit kurzen Lieferfristen. Auf dem Gebiet der *Niederspannungsapparate* ist es gelungen, dank neuer Werkstoffe, fortschrittlicher Fertigungsverfahren und vertiefter Erkenntnisse der physikalischen Grundlagen, laufend Erweiterungen und Verbesserungen des Sortimentes durchzuführen. Bei den *Steuerungsanlagen* stehen die neuen numerischen Steuerungen für Werkzeugmaschinen der Tochterfirma Güttinger AG sowie das programmierbare Steuergerät SESTEP im Vordergrund.

Die intensive Forschungs- und Entwicklungstätigkeit bildet einen der Pfeiler des Erfolges der Sprecher + Schuh AG. Nach einem leichten Konjunktüreinbruch im Jahr 1976 konnte das Stammhaus 1977 mit 2330 Mitarbeitern einen Umsatz von 260 Mio Fr. erzielen, während der Umsatz des ganzen Konzerns gegen 500 Mio Fr. steigt.

Eb

Ausschreibung von Normen des SEV – Mise à l'enquête de Normes de l'ASE

Auf Veranlassung der zuständigen Fachkollegien des CES werden die folgenden Normen im Hinblick auf die beabsichtigte Inkraftsetzung in der Schweiz zur Stellungnahme ausgeschrieben.

Wir laden alle an der Materie Interessierten ein, die in Frage stehenden Normen zu prüfen und eventuelle Bemerkungen dazu bis zum jeweils angegebenen Einsprachetermin schriftlich dem *Schweiz. Elektrotechn. Verein, SEN, Postfach, 8034 Zürich*, einzureichen.

Die Interessierten werden gebeten, die Bemerkungen in

- redaktionelle und
- technische

aufzuteilen, wobei bei den letzteren deutlich anzugeben ist, ob es sich jeweils nur um eine Anregung oder um eine eigentliche Einsprache handelt.

Jeder einzelne behandelte Gegenstand soll klar abgegrenzt und mit der entsprechenden Abschnittsziffer versehen sein.

Ein eventueller Beizug der Einsprechenden kann nur zu eigentlichen Einsprachen erfolgen.

Die aufgeführten Normen und Entwürfe können beim *Schweiz. Elektrotechn. Verein, Drucksachenverwaltung, Postfach, 8034 Zürich*, zum jeweils angegebenen Preis bezogen werden.

Sollten bis zum angegebenen Termin keine Stellungnahmen eintreffen, so würde der Vorstand des SEV die erwähnten Normen in Kraft setzen.

Bedeutung der nachfolgend verwendeten Bemerkungen:

SV	Sicherheitsvorschriften	I	Identisch mit einer internationalen Publikation
QV	Qualitätsvorschriften	E	Einführungsblatt ¹⁾ ²⁾
R	Regeln	Z	Zusatzbestimmungen ¹⁾ ²⁾
L	Leitsätze	VP	Vollpublikation
N	Normblätter	U	Übersetzung

¹⁾ Nur verwendbar zusammen mit der erwähnten französisch/englischen CEI-Publikation.

²⁾ Die aufgeführten «Compléments» oder «Modifications» der CEI sind in der SEV-Norm berücksichtigt.

A l'instigation des Commissions Techniques compétentes du CES, les Normes suivantes sont mises à l'enquête en vue de leur mise en vigueur en Suisse.

Nous invitons tous les intéressés en la matière à examiner les Normes en question et à adresser, par écrit, leurs observations éventuelles, dans les délais indiqués, à l'*Association Suisse des Electriciens, SEN, Case postale, 8034 Zurich*.

Nous prions les personnes intéressées de distinguer dans leurs remarques

- celles d'ordre rédactionnel
- celles d'ordre technique

et d'indiquer chaque fois clairement pour les dernières s'il ne s'agit que d'une suggestion ou d'une objection proprement dite.

Chaque sujet, traité à part, doit être défini clairement et muni du numéro de référence correspondant.

Une consultation des personnes ayant fait des remarques ne peut être envisagée que pour les objections proprement dites.

Les Normes et Projets en question peuvent être obtenus, aux prix indiqués, en s'adressant à l'*Association Suisse des Electriciens, Administration des Imprimés, Case postale, 8034 Zurich*.

Si aucune objection n'est formulée dans les délais prévus, le Comité de l'ASE mettra en vigueur les dites Normes.

Signification des abréviations employées:

SV	Prescriptions de sécurité	I	Identique avec une Publication internationale
QV	Prescriptions de qualité	E	Feuille d'introduction ¹⁾ ²⁾
R	Règles	Z	Dispositions complémentaires ¹⁾ ²⁾
L	Recommandations	VP	Publication intégrale
N	Feuilles de norme	U	Traduction

¹⁾ Utilisable uniquement avec la Publication correspondante de la CEI, en français et en anglais.

²⁾ Il a été tenu compte, dans la Norme de l'ASE, des Compléments ou Modifications de la CEI mentionnés.

Normen des SEV aus dem Arbeitsgebiet «Koordination der Isolation» ³⁾

Fachkollegium 28 des CES

Einsprachetermin: 2. September 1978

Normes de l'ASE dans le domaine «Coordination de l'isolement» ³⁾

Commission Technique 28 du CES

Délai d'observations: 2 septembre 1978

SEV/ASE			Titel Titre	CEI	
Publ.-Nr. (Jahr) Auflage/Sprache Publ. n° (année) Edition/langue	Art der Publ. Genre de la Publ.	Preis (Fr.) Nichtm./Mitgl. Prix (fr.) Non-m./Membres		Publ.-Nr. (Jahr) Auflage Publ. n° (année) Edition	Preis (Fr.) Prix (fr.)
3327-1.1978 4. Aufl./d	R, Z ¹⁾		Regeln für die Koordination der Isolation; Teil 1: Begriffe, Definitionen, Grundlagen und Richtlinien Règles pour la coordination de l'isolement. 1 ^{re} partie: Termes, définitions, principes et règles	71-1 (1976) 6 ^e éd., e/f	55.–
3327-2.1978 1. Aufl.	R, I ¹⁾		Coordination de l'isolement, 2 ^e partie: Guide d'application	71-2 (1976) 2 ^e éd., e/f	120.–

³⁾ Siehe Artikel Seite 855 dieses Bulletins.

³⁾ Voir l'article à la page 855 de ce Bulletin.

Normen des SEV aus dem Arbeitsgebiet «Elektromedizinische Apparate»

Fachkollegium 62 des CES

Einsprachetermin: 8. September 1978

Normes de l'ASE dans le domaine «Equipelement électrique utilisé dans la pratique médicale»

Commission Technique 62 du CES

Délai d'observations: 8 septembre 1978

3350.1978 1 ^{re} f	R, I	31.–/28.–	Détermination de la distribution de luminance des intensificateurs électro-optiques d'image radiologique	572 (1977) 1 ^{re}	
3351.1978 1 ^{re} f	R, I	30.–/26.50	Mesure du facteur de conversion des intensificateurs électro-optiques d'image radiologique	573 (1977) 1 ^{re}	
3352.1978 1 ^{re} f	R, I	58.–/52.–	Radiamètre de produit exposition-surface	580 (1977) 1 ^{re}	

Die neuen Koordinationsregeln des SEV¹⁾

1. Einleitung

Die dritte Auflage der schweizerischen Koordinationsregeln, SEV 3001.1964, trat am 1. Juni 1964 in Kraft. Damals wurden vorher bestehende Abweichungen von der dritten Auflage der Publikation 71(1960) der CEI, *Recommandations pour la coordination de l'isolement*, sowie von der ersten Auflage der Publikation 129 (1961) der CEI, *Sectionneurs à courant alternatif et sectionneurs de terre*, im wesentlichen beseitigt. Inzwischen ist die vom Comité d'Etudes 28 der CEI im Jahre 1965 beschlossene, umfassende Revision der Koordinationsempfehlungen mit den Publikationen 71-1 (1976) und 71-2(1976) zu einem mindestens vorläufigen Abschluss gekommen.

Das schweizerische Fachkollegium 28 vertrat von Anfang an die Meinung, es sei an der Revisionsarbeit im CE 28 aktiv mitzuwirken, mit der Anpassung der Schweizer Regeln aber zuzuwarten, bis der Abschluss des Revisionswerkes absehbar sei.

Die Publikationen 71-1 und insbesondere 71-2 sind umfangreiche Dokumente. Mit der Stimmabgabe zugunsten dieser Dokumente hat das CES den Willen bekundet, diese auch als schweizerische Regeln und Leitsätze zu übernehmen. Aus verschiedenen Gründen erwiesen sich aber Zusatzbestimmungen als notwendig, nämlich:

- weil die Publikationen 71-1 und 71-2 sehr umfangreich und nur in französischer und englischer Sprache verfügbar sind, soll der Gebrauch dieser Regeln durch eine zusammenfassende Darstellung erleichtert werden;
- Der Gebrauch des Tabellenmaterials soll erleichtert werden durch eine Reduktion auf die für Installationen in der Schweiz zu verwendenden Werte;
- Die zu ersetzenden Regeln und Leitsätze 3001.1964 enthalten Bestimmungen über die Längsisolation, im Gegensatz zu Publikation 71-1. Das FK 28 war der einhelligen Meinung, dass auch die neuen Regeln Bestimmungen über die Koordination der Längsisolation enthalten sollen. Die entsprechenden Werte wurden den CEI-Publikationen 56-2(1971), Modification 2(1975), 129(1975), 265(1968) und Modification 2(1976) entnommen.

2. Übersicht über die wesentlichen Änderungen gegenüber SEV 3001.1964

Seit dem Inkrafttreten der schweizerischen Regeln und Leitsätze 3001.1964 haben die Prinzipien der Isolationskoordination wesentliche Änderungen durchgemacht. So ist man unter anderem immer konsequenter dazu übergegangen, die Überspannungen in Netzen als Zufallserscheinungen (Random Phenomena) aufzufassen und infolgedessen alle Massnahmen der Isolationskoordination auf Wahrscheinlichkeits- und statistische Betrachtungen abzustützen. Es gibt keine absolute Sicherheit gegen Isolationsschäden und durch Überschläge verursachte Störungen, aber die Wahrscheinlichkeit des Eintretens dieser Erscheinungen lässt sich durch geeignete Massnahmen auf ein annehmbares Mass reduzieren.

In engem Zusammenhang mit der erhöhten Bedeutung von Übertragungssystemen hoher und höchster Spannungen haben die durch gewollte oder nicht gewollte Schalthandlungen im Netz selbst erzeugten Überspannungen (Schaltüberspannungen, betriebsfrequente und temporäre Überspannungen) wesentlich an Bedeutung gegenüber den früher fast ausschliesslich betrachteten atmosphärischen Überspannungen gewonnen. Ein modernes Konzept der Isolationskoordination muss deshalb die Massnahmen gegen schädliche Auswirkungen dieser inneren Überspannungen stärker betonen.

Welches sind nun die wesentlichen Änderungen gegenüber 3001.1964?

Diese werden im folgenden stichwortartig angegeben und in den nachfolgenden Abschnitten 3 bis 7 erläutert.

Neu ist gegenüber 3001.1964:

- Allgemein die Verwendung von statistischen und Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen, siehe z. B. die Definitionen 23, 26, 31, ferner die Ziffern 35 und 40.2 der Publikation 71-1(1976). Daraus entstand auch die Notwendigkeit, die Zahl der zu definierenden Begriffe wesentlich zu erhöhen.

¹⁾ Siehe Ausschreibung, Seite 854 dieses Bulletins.

- Die Differenzierung der Koordinationsvorschriften für drei verschiedene Klassen, abhängig von der für das Material höchstzulässigen Spannung U_m , nämlich

- Klasse A $1 \text{ kV} < U_m < 52 \text{ kV}$
- Klasse B $52 \text{ kV} \leq U_m < 300 \text{ kV}$
- Klasse C $300 \text{ kV} \leq U_m$

- Insbesondere für Material der Klasse C konnten mit Rücksicht auf das vertiefte Wissen um Überspannungsvorgänge und auf den heutigen Stand der Technik der Überspannungsableiter die geforderten Isolationsniveaus wesentlich gesenkt werden.

- Die Einführung der *Schaltüberspannungsprüfung*, insbesondere für Klasse C (siehe unter anderem Ziff. 26, 28 und Tabelle IV der Publikation 71-1(1976)) und damit eine Modifikation der betriebsfrequenten Spannungsprüfung (siehe Ziff. 38.2 und 39). Von den Überspannungsableitern werden Schutzniveaus auch für Schaltüberspannungen gefordert (Ziff. 33, 34).

- Die relativ grobe Unterscheidung zwischen *voller und reduzierter* Isolation wird ersetzt durch eine feinere Differenzierung der Isolationsniveaus, abhängig vom Erdfehlerfaktor (siehe unten) und den Schutzmöglichkeiten. Damit entfällt das in Ziffer 54 von 3001.1964 stipulierte Verbot des Nebeneinanders von voller und reduzierter Isolation.

- Es werden konsequent *bezogene Werte*, sogenannte *per unit values*, eingeführt. Bezugswert ist meist der Scheitelwert der Phasenspannung,

$$\text{d.h. } U_m \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}.$$

Überspannungen zwischen den Phasen werden auf den Scheitelwert der verketteten Spannung, d.h. $U_m \cdot \sqrt{2}$, bezogen. Der früher übliche, nicht sehr anschauliche Begriff Erdungsziffer, wird durch den um den Faktor $\sqrt{3}$ grösseren Erdfehlerfaktor ersetzt (Ziffer 17 der Publikation 71-1). Dieser Faktor gibt an, um wieviel sich die Spannung gegen Erde an einem bestimmten Punkt bei Erdschluss erhöhen kann.

- Die Unterscheidung zwischen exponierter und nicht exponierter Lage hat sich als nicht praktikabel erwiesen und wird deshalb aufgegeben.

- Die Verwendung der sogenannten zusätzlichen Funkenstrecke (siehe SEV 3001 1964, Ziffer 24, dritter Abschnitt) wird nicht mehr empfohlen.

- Ganz allgemein wird den Apparatkomitees in Ziffer 2 der Publikation 71-1 eine grössere Freiheit in der Spezifikation der Isolationsniveaus und der Prüfvorschriften gegeben, als dies die bisherigen Schweizer Regeln zulassen.

- Statt der bisher verwendeten Stosshalteniveaus 825 und 900 kV werden die besser in eine Normreihe passenden Werte 850 und 950 kV eingeführt.

- Der in den ersten Auflagen der schweizerischen Koordinationsregeln verwendete Begriff der 50% Überschlagspannung feiert in den vorstehenden Empfehlungen seine Auferstehung bei der Feststellung der Spannungsfestigkeit des Materials mit sich regenerierenden Isolation.

- Die Regeln 3001.1964 gelten nicht für *rotierende Maschinen*, während die Publikation 71-1 generell für alles Hochspannungsmaterial gilt. Allerdings werden in Publikation 71-1 den Apparatkomitees relativ weitgehende Kompetenzen zur Modifikation der Prüfbedingungen gegeben. Insbesondere für rotierende Maschinen dürfen reduzierte Prüfspannungen bei Betriebsfrequenz und für die Nennblitzstosshaltenspannung angewendet werden, oder die letztere darf sogar weggelassen werden. Da die Prüfwerte im CE 2, *Machines tournantes*, der CEI noch in Diskussion stehen, konnten leider auch in den neuen Zusatzbestimmungen, SEV 3327-1.1978, noch keine Werte für diese Prüfspannungen angegeben werden.

Andererseits *fehlen* in der Publikation 71-1 eine Anzahl der bisher von den schweizerischen Koordinationsregeln erfassten Punkte:

- Es werden keine Regeln für die Prüfung der Ableiter aufgestellt, sondern es wird auf die Ableiterregeln verwiesen. Für das Schutzniveau werden in Publikation 71-2(1976) in den Bemerkungen

zu Ziffer 16.1 für die konventionelle Sicherheitsmarge einige Empfehlungen gegeben und im übrigen auf die Publikationen 99-1 und 99-1A der CEI verwiesen. Dieser Punkt wird im Abschnitt 6.1 dieses Aufsatzes behandelt.

– In den Publikationen 71-1 und 71-2 wird nur die Isolation zwischen Phase und Erde betrachtet. Infolgedessen schien es dem schweizerischen FK 28 ratsam, Zusatzbestimmungen über offene Trennstrecken von Schaltern und Trennern auszuarbeiten. Das CE 28 der CEI hat andererseits die Ausarbeitung spezieller Empfehlungen für die Isolationsfestigkeit zwischen Phasen in Angriff genommen. Bis zum Erscheinen dieser Empfehlungen muss man sich aber damit abfinden, dass spezielle Prüfungen zwischen Phasen von Fall zu Fall vereinbart werden müssen, wenn die Notwendigkeit oder Wünschbarkeit besteht, von den Prüfspannungen Phase-Erde abweichende Werte zu wählen.

3. Das Prinzip der Isolationskoordination

In SEV 3001.1964 wird das Prinzip der Koordination definiert als *«Gesamtheit der Massnahmen, die ergriffen werden, um in einer Anlage Durchschläge infolge von Überspannungen zu verhindern und Überschläge, soweit sie mit wirtschaftlich tragbaren Mitteln nicht verhindert werden können, auf Stellen zu beschränken, an denen sie keinen oder nur geringen Schaden anrichten und den Betrieb nicht oder nur unwesentlich stören»*. Im weiteren wird ausgeführt, dass diese Massnahmen für innere (d.h. im Netz selbst erzeugte) Überspannungen darin bestehen, genügend hohe Haltespannungen für das Material zu wählen (die Möglichkeit des Ableiterschutzes wird allerdings schon erwähnt), während der Schutz gegen atmosphärische Überspannungen durch Abstufung der Stosshaltespannungen der Anlageteile, der Schutzniveaus der Ableiter und der Ansprechspannungen allfälliger Funkenstrecken erreicht wird.

Demgegenüber lautet die neue Definition in SEV 3327-1.1978: *«Unter Isolationskoordination versteht man die Wahl der elektrischen Festigkeit des Hochspannungsmaterials und dessen Einsatz, abhängig von den Spannungen, die im Netz auftreten können. Dabei sind die Eigenschaften der verfügbaren Schutzapparate zu berücksichtigen. Es wird angestrebt, die Wahrscheinlichkeit, dass die am Material auftretenden Spannungsbeanspruchungen Isolationsschäden verursachen oder die Betriebskontinuität beeinträchtigen, auf einen vom wirtschaftlichen und betrieblichen Standpunkt aus annehmbaren Wert zu senken.»* (Ziffer 35 der Publikation 71-1).

In der neuen Definition kommt zum Ausdruck, dass die elektrische Festigkeit des Materials statistischen Streuungen unterworfen ist; die Isolationskoordination hat diesen Aspekt zu berücksichtigen.

4. Überspannungsarten

Es werden folgende Überspannungsarten unterschieden:

– *Temporäre Überspannungen*: Dazu gehören betriebsfrequente Überspannungen infolge Lastabwurf, Erdschluss usw., aber auch schwach gedämpfte Überspannungen niedriger Frequenz, die meistens durch Nichtlinearitäten im Netz bei Störungen verursacht werden.

– *Schaltüberspannungen*: Diese werden durch gewollte oder nicht gewollte Schalthandlungen ausgelöst. Sie bestehen meistens aus einer relativ schnellen, stark gedämpften Komponente und zusätzlich aus einer niederfrequenten, schwach gedämpften Schwingung. Für Koordinationszwecke wird nur die schnelle, transiente Komponente betrachtet. Normalisiert ist der Spannungsschoss 250/2500 (d.h. ein Stoss mit einer Frontzeit von 250 µs und einer Rückenhalbwertdauer von 2500 µs).

– *Atmosphärische Überspannungen*: Auch Blitzüberspannungen können die verschiedensten Formen annehmen, abhängig von der Art des Blitzes, der Entfernung der Einschlagstelle vom betroffenen Material usw. Für Koordinationszwecke wird der normalisierte Stoss 1,2/50 verwendet.

5. Spannungsprüfungen

Die neuen Koordinationsregeln lassen den Apparatkomitees relativ viel Freiheit für die Spezifikation der Prüfanforderungen an das Material. Grundsätzlich schreiben die Koordinationsregeln nur die Art der *Typenprüfungen* vor; für Stückprüfungen bleibt es den Apparatkomitees überlassen, aus Zweckmässigkeitsgründen Änderungen vorzunehmen.

Die Auswahl der Spannungsprüfungen ist abhängig von der Spannungsklasse, unter Umständen auch von der Apparategattung.

Klassen A und B

Das Verhalten unter Betriebsspannung, temporären und Schaltüberspannungen wird durch den klassischen 1-Minuten-Versuch bei Betriebsfrequenz geprüft. Spielen Alterung innerer Isolation oder Verschmutzung der äusseren Isolation eine wesentliche Rolle, so braucht es spezielle Versuche längerer Dauer bei Betriebsfrequenz. Die Spezifikation solcher Versuche wird den Apparatkomitees überlassen.

Das Verhalten gegenüber atmosphärischen Überspannungen wird durch den Stossversuch mit der Wellenform 1,2/50 nachgeprüft.

Klasse C

Das Verhalten unter Betriebsspannung und bei temporären Überspannungen wird durch einen speziellen, länger dauernden Versuch bei Betriebsfrequenz nachgeprüft. Die anzuwendende Spannung ist von den Apparatkomitees festzulegen; sie liegt höchstens in der Grössenordnung des 1,5fachen der Betriebsspannung und ist damit wesentlich kleiner als beim klassischen 1-Minuten-Versuch. Je nach zu prüfendem Material sollte dieser Versuch auch Auskunft geben über das Alterungsverhalten der inneren Isolation (z.B. durch gleichzeitige Teilentladungsmessungen) oder das Verschmutzungsverhalten der äusseren Isolation. Die Apparatkomitees werden aufgefordert, ihre Vorschriften entsprechend zu revidieren.

Das Verhalten gegenüber Schaltüberspannungen wird durch eine Schaltstossprüfung festgestellt, jenes gegenüber Blitzstossspannungen durch eine Blitzstossprüfung.

Verfahren der Blitz- und Schaltstossprüfungen

Es werden drei verschiedene Versuche angegeben:

– *50%-Haltespannung*: Dieser Versuch wird mit Material durchgeführt, dessen Eigenschaften durch Überschläge nicht verändert werden (sich regenerierende Isolation). Die 50%-Haltespannung darf nicht kleiner sein als das $\frac{1}{1 - 1,3 \sigma}$ fache der Nennhaltespannung, wobei für σ normalerweise folgende Werte angenommen werden:

$$- \sigma = 0,06 \text{ für Schaltstösse: } \frac{1}{1 - 1,3 \sigma} = 1,085$$

$$- \sigma = 0,03 \text{ für Blitzstösse: } \frac{1}{1 - 1,3 \sigma} = 1,041$$

– *Versuch 2 aus 15*: Dieser Versuch ist für Material geeignet, das sowohl sich regenerierende wie sich nicht regenerierende Isolation enthält. Er wird bei der Nennhaltespannung durchgeführt. Der Versuch ist bestanden, wenn bei den insgesamt 15 Stössen höchstens 2 Überschläge und kein Durchschlag stattfinden.

– *Konventioneller Versuch*: Dieser Versuch wird bei Material durchgeführt, bei dem die sich nicht regenerierende Isolation vorherrscht (hauptsächlich Transformatoren). Es wird bei der Nennhaltespannung mit je drei Stössen positiver und negativer Polarität geprüft. Es darf kein Durchschlag und auch kein Überschlag stattfinden.

6. Überspannungsschutzgeräte

Als Überspannungsschutzgeräte werden in der Schweiz vorwiegend Überspannungsableiter mit spannungsabhängigen Widerständen und Funkenstrecken verwendet. Sogenannte *Löschrohrableiter* (siehe CEI-Publikation 99-2) haben in der Schweiz keinen Eingang gefunden und verlieren auch in andern Ländern an Bedeutung.

6.1 Überspannungsableiter mit spannungsabhängigen Widerständen

Überspannungsableiter mit spannungsabhängigen Widerständen stellen die sichersten Geräte zum Schutz gegen Überspannungen dar. Sie bestehen im Prinzip aus einer Serieschaltung von Funkenstrecken kleiner Schlagweite und spannungsabhängigen Widerständen. Ihre Eigenschaften werden in Publikation 99-1 der CEI definiert. Die wichtigsten Kenngrössen sind:

– Die *Nennspannung* bezeichnet die Spannung (Effektivwert), die dauernd am Ableiter anliegen darf. Unter anderem muss der Überspannungsableiter, nachdem er auf eine Überspannung ange-

sprochen hat, den Folgestrom bei einer wiederkehrenden Spannung von der Grösse der Nennspannung löschen können.

– Das *Schutzniveau bei Blitzüberspannungen* als Maximum der folgenden drei Grössen:

Ansprechspannung beim Normstoss 1,2/50.

Restspannung beim Nennableitstrom während des Ansprechvorgangs (d.h. Summe der Spannungsabfälle über spannungsabhängige Widerstände und Funkenstrecken).

Ansprechspannung bei Steilstoss (genaue Definition siehe Publikation 99–1 der CEI).

– Das *Schutzniveau bei Schaltüberspannungen* als Maximum von Ansprechspannung bei Schaltstoss und Restspannung

Überspannungsableiter mit spannungsabhängigen Widerständen haben im allgemeinen eine relativ kleine Streuung der Ansprechspannung. Da heute Ableiter mit kleinem Verhältnis Schutzniveau zu Nennspannung zur Verfügung stehen, ist es möglich geworden, Hochspannungsübertragungsnetze mit relativ tiefen Isolationsniveaus und trotzdem hohem Sicherheitsgrad zu bauen.

Die Schutzwirkung eines Überspannungsableiters ist um so besser, je geringer die Länge der leitenden Verbindung zwischen Ableiter und zu schützendem Objekt ist. Es wird deshalb empfohlen, Ableiter in möglichst geringer Entfernung von den zu schützenden Objekten (z.B. Transformator, Kabelendverschluss) einzubauen. Für den Sicherheitsfaktor, d.h. das *Verhältnis Isolationsniveau zu Schutzniveau* werden folgende *Mindestwerte* empfohlen (siehe CEI 76–2, Ziffer 16.1):

1,4 für Blitzüberspannungen für Klasse A ($U_m < 52 \text{ kV}$)

1,2 für Blitzüberspannungen für Klassen B und C ($U_m \geq 52 \text{ kV}$)

1,15 für Schaltüberspannungen

6.2 Schutzfunkenstrecken

Schutzfunkenstrecken sind die ältesten Überspannungsschutzgeräte und werden in verschiedenen Ländern bis zu Nennspannungen von 245 kV verwendet. Die einfachste Form ist die der Stabfunkenstrecke, doch gibt es heute auch weiter entwickelte Formen, die einige der im folgenden erwähnten Nachteile nur in gemildertem Masse aufweisen.

Eine Schutzfunkenstrecke wird durch folgende *Kenngrossen* definiert:

– *Ansprechspannung*, entweder als diskrete Werte (Normstösse 1,2/50 und 250/2500) oder als Charakteristik

– *Streuung* (σ) der Ansprechspannung

Gegenüber Überspannungsableitern mit spannungsabhängigen Widerständen weisen Schutzfunkenstrecken folgende *schwerwiegende Nachteile* auf:

– Im allgemeinen kein selbsttätiges Unterbrechen des Folgestromes. Jedes Ansprechen bedeutet deshalb einen Erdschluss, unter Umständen eine Betriebsstörung

– Im allgemeinen ist die Ansprechspannung polaritäts- und witterungsabhängig

– Im allgemeinen wesentlich grössere Streuung der Ansprechspannung als bei Überspannungsableitern

– Starke Erhöhung der Ansprechspannung bei sehr steilen Stössen

– Jedes Ansprechen erzeugt einen abgeschnittenen Stoss

Es wird deshalb empfohlen, den Überspannungsschutz eines Hochspannungsnetzes grundsätzlich mit Überspannungsableitern zu realisieren. Sogenannte zusätzliche Funkenstrecken gemäss SEV 3001.1964, Ziffer 24, Seite 13, haben keinen Eingang in die Praxis gefunden und sollen nicht mehr verwendet werden.

Hingegen ist es in ausgedehnten Hochspannungsanlagen durchaus denkbar, dass aus betrieblichen oder kostenmässigen Gründen nicht so viele Überspannungsableiter eingebaut werden können, als dies an sich wünschbar wäre. So ist es zuweilen verantwortbar, auf der Leitungsseite des Schalters den Überspannungsschutz mit auf das Schutzniveau eingestellten Schutzfunkenstrecken zu realisieren.

7. Koordination zwischen Beanspruchung und Festigkeit

7.1 Betriebsfrequente Spannungen und Überspannungen

Nur für Material der Klassen A und B schreibt Publikation 71–1(1976) betriebsfrequente Spannungsprüfungen vor. Für Klasse C wird es den Apparatekomitees überlassen, einen sogenannten Langzeitversuch zu definieren, der je nach Materialart Aussagen über das Verhalten gegenüber Verschmutzung oder Alterung machen soll. Ein solcher Langzeitversuch kann von den Apparatekomitees auch für Material der Klasse A und B definiert werden. In Tabelle I von Publikation 71–2(1976) werden Verschmutzungskategorien definiert, in Tabelle II Empfehlungen über Mindestkriechwege in Abhängigkeit vom Verschmutzungsgrad gegeben.

7.2 Blitz- und Schaltüberspannungen

Tabellen I und III der Zusatzbestimmungen geben für die Klassen A und B die empfohlenen Nennblitzstosshaltespannungen. Schaltstosspannungsprüfungen werden keine vorgeschrieben, da erfahrungsgemäss mit dem Bestehen der betriebsfrequenten Spannungsprüfung auch Gewähr für eine genügende Schaltspannungsfestigkeit gegeben ist. Die Wahl der Überspannungsableiter hat so zu erfolgen, dass einerseits die Nennspannung genügend hoch ist, andererseits für das Verhältnis zwischen Schutzniveau und Isolationsniveau (Sicherheitsfaktor) die Mindestwerte gemäss 6.1 eingehalten werden.

Bestimmung der Nenndaten von Überspannungsableitern

Tabelle I

1. <i>Systemdaten</i>			
1.1 Höchste verkettete Betriebsspannung U_m (Effektivwert) kV	24	245	420
1.2 Nennblitzstosshaltespannung gegen Erde (Scheitelwert) kV	125	950	1425
1.3 Nennschaltstosshaltespannung gegen Erde (Scheitelwert) kV	–	–	1050
1.4 Sternpunkt des Netzes:			
– nicht wirksam geerdet	×		
– wirksam geerdet		×	×
1.5 Erdfehlerfaktor (folgt aus 1.4)	$\sqrt{3}$	$0,8 \cdot \sqrt{3}$	$0,8 \cdot \sqrt{3}$
2. <i>Sicherheitsfaktor</i> , Mindestwerte (vergleiche Abschnitt 6.1)			
2.1 für Blitzüberspannungen	1,4	1,2	1,2
2.2 für Schaltüberspannungen	–	–	1,15
3. <i>Mindestforderung an Überspannungsableiter</i>			
3.1 Maximales Schutzniveau bezüglich Blitzüberspannungen (Werte aus 1.2 dividiert durch Werte aus 2.1)			
– höchste Ansprechspannung bei Normstoss 1,2/50 (Scheitelwert) kV	90	790	1185
– höchste Restspannung bei Nennableitstossstrom (Scheitelwert) kV	90	790	1185
– höchste Stirnansprechstossspannung, dividiert durch 1,15 (Scheitelwert) kV	90	790	1185
3.2 Maximales Schutzniveau bezüglich Schaltüberspannung (Werte aus 1.3 dividiert durch Werte aus 2.2)			
– höchste Ansprech- und Restspannung bei Schaltstoss (Scheitelwert) kV	–	–	910
3.3 Minimale Nennspannung (Werte aus 1.1 multipliziert mit Werten aus 1.5, dividiert durch $\sqrt{3}$) (Effektivwert) kV	24	196	336

Für Klasse C gibt Publikation 71-1 zwei verschiedene Methoden an, die *konventionelle* und die *statistische* Methode. Die konventionelle Methode basiert auf einer angenommenen maximalen Überspannung und einer minimalen Isolationsfestigkeit des Materials sowie auf einer als genügend erachteten Sicherheitsmarge zwischen diesen beiden Grössen. Empfohlene Werte für die Sicherheitsmarge sind in Abschnitt 6.1 angegeben.

Demgegenüber soll bei der statistischen Methode der Tatsache Rechnung getragen werden, dass auftretende Überspannungen und Isolationsfestigkeit Zufallsvariablen sind. Für Details muss auf die Ziffern 24.2 und 24.3 der Publikation 71-2 verwiesen werden. Im Prinzip geht es darum, das Fehlerrisiko zu quantifizieren. Praktisch wird nur die vereinfachte statistische Methode verwendet (Ziff. 24.3 der Publikation 71-2). Der in Abschnitt 6.1 dieses Aufsatzes definierte Sicherheitsfaktor erhält bei dieser Methode eine physikalische Bedeutung. Er wird zum statistischen Sicherheitsfaktor, dem ein gewisses Fehlerrisiko zugeordnet wird (siehe auch Tabellen IV und V der Publikation 71-2).

8. Beispiele für die Koordination mit Überspannungsableitern

Die Nennhaltespannungen, die bei gegebener Betriebsspannung den Apparaten zugeordnet werden müssen, sind in den Tabellen I bis IV der Zusatzbestimmungen SEV 3327-1.1978 festgelegt. Die vollständige Isolationskoordination muss aber auch den Schutz gegen die Blitz- und Schaltüberspannungen mit Hilfe von Überspannungsableitern berücksichtigen. Dieses von vielen Parametern abhängige Problem kann im Rahmen dieser Wegleitung nicht ausführlich behandelt werden. So muss auf die Erörterung der Fragen nach dem Einbauort der Ableiter in den Anlagen und den zu beachtenden Empfehlungen für das richtige Anschliessen verzichtet wer-

den. Es muss auch genügen, an weitere flankierende Massnahmen nur in Stichworten zu erinnern: Erdseile und Blitzfangstangen, Erdübergangswiderstände von Masten, «induktionsarme» Gittermasten, Einschaltwiderstände, rückzündungsfreie Schalter, Leitungen mit Serie- oder Parallelkompensation, induktive Spannungswandler, Vermeiden kritischer Betriebsfälle usw.

Mit Hilfe einiger Beispiele soll das Vorgehen für die Bemessung der Überspannungsableiter bezüglich ihres Schutzniveaus und ihrer Nennspannung gezeigt werden.

Die für die eigentliche Isolationskoordination nötigen Begriffe wie Haltespannung des Stationsmaterials, Schutzniveau des Ableiters und Sicherheitsfaktoren sind in den Kapiteln 5 bis 7 dieses Aufsatzes erwähnt. Der für das Schutzniveau des Ableiters massgebende Höchstwert muss nun gleich oder kleiner sein als die durch den Sicherheitsfaktor dividierte Haltespannung:

$$\frac{\text{Schutzniveau Ableiter (Scheitelwert)}}{\text{Sicherheitsfaktor}} \leq \frac{\text{Haltespannung Scheitelwert}}{\text{Sicherheitsfaktor}}$$

Um die Löschsicherheit des Ableiters zu gewährleisten, muss zusätzlich seine minimale Nenn- oder Löschspannung ermittelt werden. Diese wird durch Multiplikation der höchsten Betriebsspannung gegen Erde (im ungestörten Netz) mit dem Erdfehlerfaktor gefunden.

Nennspannung Ableiter (Effektivwert) $\geq U_m/\sqrt{3}$. Erdfehlerfaktor
Für den Erdfehlerfaktor gelten praktisch folgende Werte:

- $1/\sqrt{3}$, wenn der Netzsternpunkt nicht wirksam geerdet ist
- $0,8 \cdot 1/\sqrt{3}$, wenn der Netzsternpunkt wirksam geerdet ist

Bei Höchstspannungsnetzen kann es sich lohnen, durch rechnerische Untersuchung der Netzkfiguration den Erdfehlerfaktor genauer zu bestimmen.

In der Tabelle I wird das oben beschriebene Vorgehen an drei Beispielen gezeigt.

M. Christoffel

Aktuelle Probleme der niederfrequenten Beeinflussungen in elektrischen Netzen

Die Leistungselektronik bietet in der Energietechnik vielfältige Möglichkeiten der verlustlosen Steuerung und Regelung in Erzeugung, Übertragung und Verbrauch elektrischer Energie. Einrichtungen zur Gleichrichtung, zur stufenlosen Variation von Gleich- und Wechselspannungen und zur Frequenzumformung finden in stets zunehmendem Masse Eingang in Haushalt, Gewerbe, Industrie und Verkehr. Die zunehmende Verwendung von Einrichtungen der Leistungselektronik hat oftmals Beeinflussungseffekte verschiedenster Art auf elektrische Anlagen zur Folge. Der Schweizerische Elektrotechnische Verein setzte deshalb 1971 die «SEV-Kommission zum Studium niederfrequenter Störeinflüsse» ein, mit dem Auftrag, die sich ergebenden Probleme in umfassendem Rahmen zu analysieren, das Gespräch darüber mit daran interessierten nationalen und internationalen Gremien aufzunehmen und Empfehlungen auszuarbeiten, welche die Interessen aller beteiligten Kreise nach Möglichkeit berücksichtigen.

Um die Öffentlichkeit über die laufenden Arbeiten und gewonnenen Erkenntnisse zu orientieren und auch Anregungen zu vermitteln, führte die Studienkommission

- im Juni 1972 eine Interessentenversammlung
- im November 1974 eine Informationstagung über «Beeinflussung in Netzen durch Einrichtungen der Leistungselektronik»

durch und beteiligte sich mit Fachleuten an der Ausarbeitung der Europäischen Norm EN 50 006 «Begrenzung von Rückwirkun-

gen in Stromversorgungsnetzen, die durch Elektrogeräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke mit elektronischen Steuerungen verursacht werden».

Inzwischen wurden analoge Arbeiten auch im Schosse der Commission Electrotechnique Internationale (CEI) aufgenommen. Da es erfahrungsgemäss einige Zeit dauern wird, bis aus diesen internationalen Arbeiten Ergebnisse in Form harmonisierter Normen publiziert werden können, hielt es die Studienkommission für angezeigt, eine breitere Öffentlichkeit mit einem Berichtband «Aktuelle Probleme der niederfrequenten Beeinflussungen in elektrischen Netzen» zu informieren. Ohne spätere Regelungen zu präjudizieren, werden auch Möglichkeiten aufgezeigt, wie Rückwirkungen auf das energieliefernde Stromversorgungsnetz in Schranken gehalten oder reduziert werden können.

Interessenten können diesen Bericht, der ca. 230 Seiten umfasst und voraussichtlich Ende Herbst 1978 erscheinen wird, zum Preis von Fr. 80.- (Fr. 70.- für Mitglieder) zuzüglich Versandkosten beim

Schweizerischen Elektrotechnischen Verein
Drucksachenverwaltung
Postfach, 8034 Zürich

bestellen. Für **Bestellungen vor dem 30. September 1978 wird ein Rabatt von Fr. 10.- gewährt.**