

<b>Zeitschrift:</b>	Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen
<b>Band:</b>	66 (1975)
<b>Heft:</b>	14
<b>Artikel:</b>	Einfache Bestimmung der Schichtleitfähigkeit auf Isolatoren in der Praxis
<b>Autor:</b>	Schwab, F.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-915303">https://doi.org/10.5169/seals-915303</a>

### 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:** 28.01.2026

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

# Einfache Bestimmung der Schichtleitfähigkeit auf Isolatoren in der Praxis

Von F. Schwab

Mit Hilfe einer einfach auszuführenden Benebelung kann zwischen akuter und chronischer Verminderung der Isolationsfähigkeit von Isolatoren unterschieden werden. Die Bestimmung der spezifischen Oberflächenschichtleitfähigkeit über den Formfaktor, deren Messung und Interpretation wird dargelegt.

621.315.62 : 621.317.333.6

Au moyen d'une fumigation facile à exécuter, on peut distinguer entre une diminution aiguë et une diminution chronique du pouvoir isolant d'isolateurs. L'auteur décrit la détermination de la conductivité superficielle, en partant du facteur de forme, ainsi que sa mesure et son interprétation.

## 1. Einführung

Beim periodischen Ansprechen des Schutzes und dem dadurch bedingten Abschalten von Leitungen oder Anlageteilen in längeren oder kürzeren Zeitintervallen stellt sich dem Elektrizitätswerk die Frage, ob dies durch eine zufällige, akute oder eine chronische Verminderung der Isolation bedingt sei, d. h., ob die Isolationsfähigkeit zeitlich limitiert, z. B. durch Nassschnee, auftauendes Eis usw., oder definitiv durch Verschmutzung herabgesetzt wurde [1]<sup>1)</sup>. Im ersten Fall ist zu erwarten, dass der Anlageteil nach einer gewissen Zeit, z. B. nach erfolgtem Temperaturanstieg, ohne weiteres wieder in Betrieb genommen werden kann; im zweiten müssen die Isolatoren gewaschen oder ausgewechselt werden. Besonders falls sich diese Frage bezüglich einer Freileitung stellt, ist es von grossem Vorteil, wenn sie nach einer einfachen Messung an einigen wenigen Isolatoren eindeutig beantwortet werden kann.

## 2. Formfaktor

Zur vergleichsweisen Kennzeichnung des Verschmutzungsgrades von Isolatoren mit fester Fremdschichtbedeckung wird die Schichtleitfähigkeit beigezogen. Es ist dies der Leitwert  $\sigma$  in  $\mu\text{S}$  eines Oberflächenquadrates auf dem Isolator. Um nun die gesamte, sehr komplizierte Oberfläche eines Isolators in eine quadratische Form transponieren zu können, errechnet man den sog. Formfaktor  $f$ . Er entspricht annähernd dem Verhältnis Kriechweglänge  $l_K$  zu Umfangsmittel  $U_{\text{mi}}$

$$f \approx \frac{l_K}{U_{\text{mi}}}$$

was auch dem Verhältnis Kriechweglänge  $l_K$  im Quadrat zur gesamten Oberfläche  $A_I$  des Isolators entspricht

$$f \approx \frac{l_K^2}{A_I}$$

Die Abwicklung der Isolatoroberfläche zur Bestimmung der Gesamtoberfläche geschieht am einfachsten durch Aufteilung in einzelne Rechtecke, Trapeze, Kreisringe und Kreisringteile, wie es in Fig. 1 dargestellt ist. Diese können berechnet und zur Gesamtoberfläche zusammengezählt werden. Die

<sup>1)</sup> Siehe Literatur am Schluss des Aufsatzes.

Tabelle I

Isolatortyp	Strunk-durch-messer mm	Schirm-zahl	Faden-länge mm	Kriechweg mm	Form-faktor
85/13	85	13	820	1625	4,62
75/13	75	13	800	1600	4,81
75/14	75	14	1095	1860	6,46

Kriechweglänge nimmt man am besten aus den technischen Datenblättern der Isolatorhersteller.

In Tabelle I sind die Formfaktoren einiger Isolatortypen angegeben.

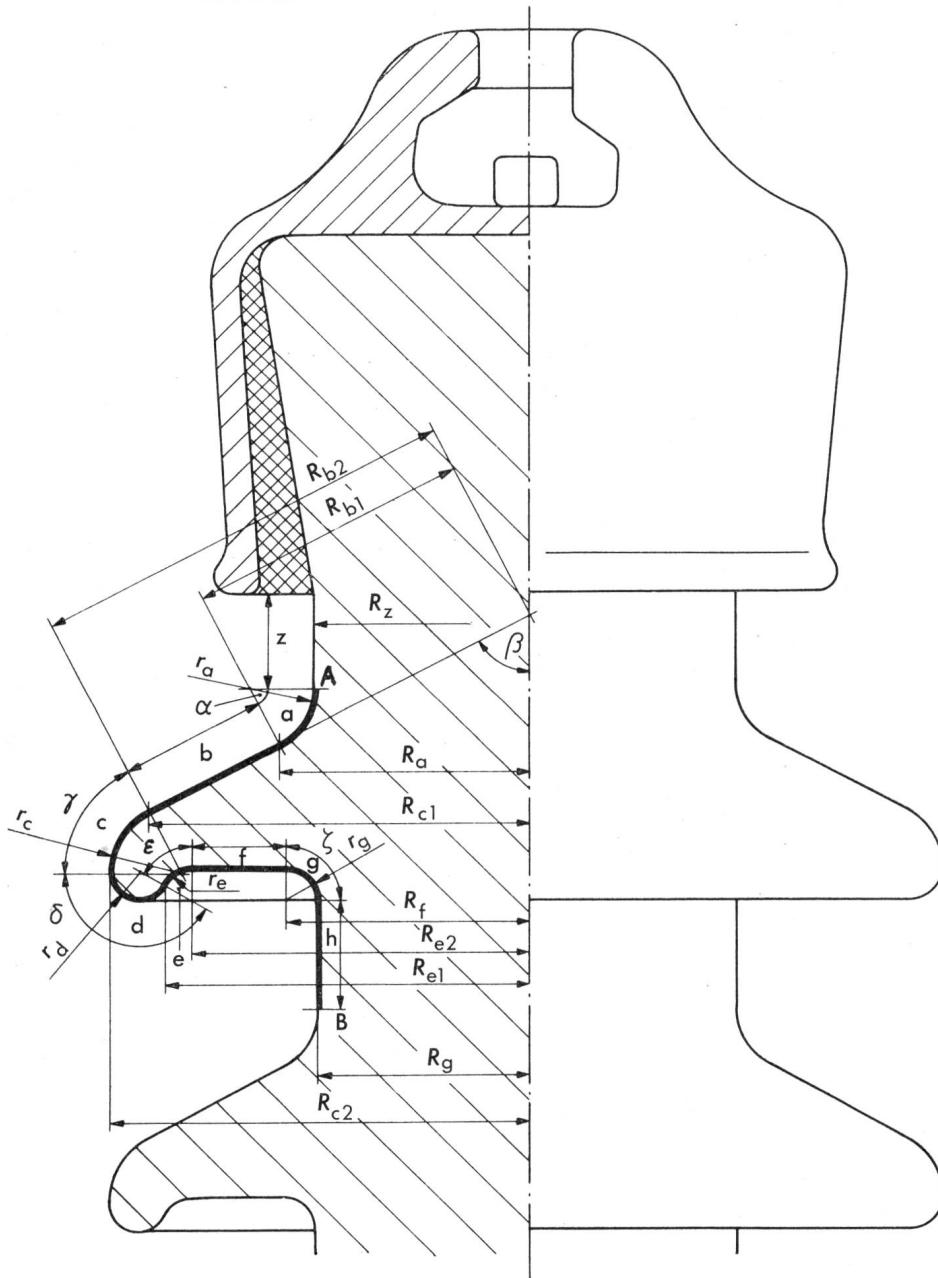
## 3. Messung der Schichtleitfähigkeit

Wenn der Formfaktor bekannt ist, muss nur noch der Widerstand des ganzen Isolators bestimmt werden. Dazu muss vorerst der Isolator in einem geeigneten Raum, z. B. Autowaschraum der betriebseigenen Garage, aufgehängt und mit destilliertem Wasser benebelt werden. Hierfür benutzt man am besten eine neue, saubere Spritzpistole, füllt sie mit in jeder Garage vorhandenem destilliertem Wasser und betreibt sie durch eine mit Öl- und Wasserabscheider ausgerüstete Druckluftanlage. Es ist darauf zu achten, dass die beschriebene Vorrichtung bei der Benebelung des Isolators nicht zusätzliche Fremdkörper oder Schmutzteile aufsprüht. Es ist einerseits zu beachten, dass der Isolator über der ganzen Oberfläche gleichmäßig benebelt wird, und dass er andererseits aber nicht zu stark benetzt wird, da sonst Gefahr besteht, dass die Fremdschicht abgewaschen wird. Die Spritzpistole muss daher einen feinen Nebel erzeugen und darf keine Tropfen auswerfen. Die Intensität der Benebelung kann am geeignetsten mit dem Abstand  $a$  variiert werden. Die entsprechende Anordnung ist schematisch in Fig. 2 dargestellt. Am so feuchtigkeitsgesättigten Isolator wird eine einfache Strom-Spannungsmessung durchgeführt, wobei je nach Verschmutzungsgrad eine Spannung ab Steckdose von 220 V oder 380 V genügt. Die Spannung muss am freien Isolatorende angeschlossen werden, da im umgekehrten Fall der Ableitstrom über die Aufhängevorrichtung gemessen wird. In Unterwerken oder Kraftwerken kann diese Messung unter Umständen an Ort und Stelle ohne Ausbau der Isolatoren durchgeführt werden. Die spezifische Schichtleitfähigkeit bestimmt sich dann zu

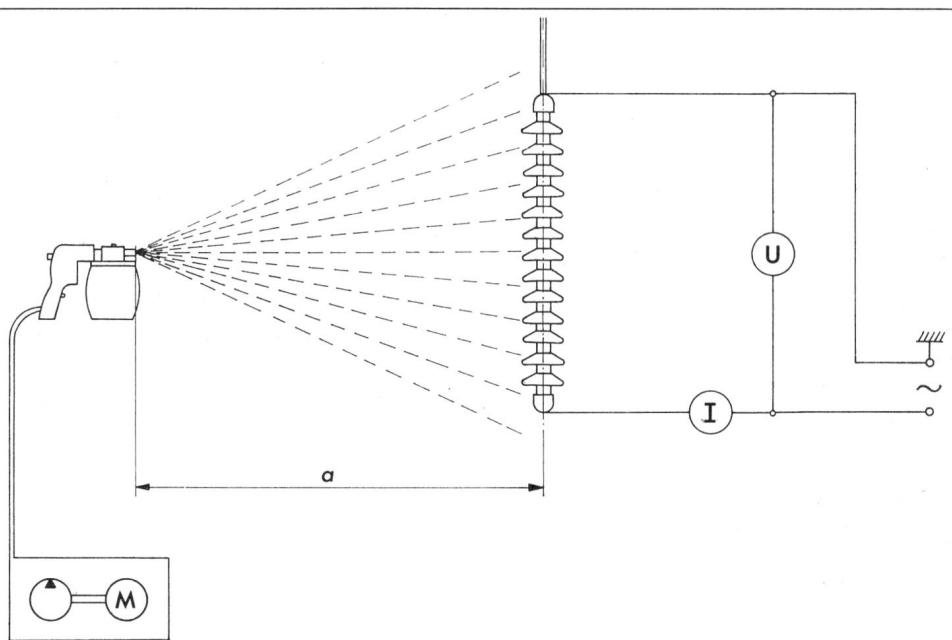
$$\sigma_s = \frac{If}{U}$$

## 4. Auswertung der Messresultate

Die gemessene Schichtleitfähigkeit muss nun in Beziehung zur Betriebsspannung der einzelnen Isolatoren gebracht werden. Da es sich in der Praxis in erster Linie um eine quantitative Verschmutzungsbestimmung handelt, spielen die genauen Messwerte keine allzu grosse Rolle; man will nur feststellen, ob z. B. gezielte Massnahmen zur Reinigung der Isolatoren notwendig werden oder nicht. Somit spielt auch die Tatsache, dass der dem Phasenseil am nächsten liegende Isolator eine etwas höhere Teilspannung ertragen muss, eine nur sekundäre Rolle. Laborversuche [1] zeigten, dass z. B. ein Langstab-Isolator einer verschmutzten 220-kV-Kette mit einer Betriebsspannung von  $240/2 \cdot \sqrt{3} = 70$  kV noch knapp 7  $\mu\text{S}$  spezifische



**Fig. 1**  
**Bestimmung des Formfaktors**  
Grössen zur Berechnung der Oberfläche und der Kriechweglänge des Isolators



**Fig. 2**  
**Isolationsmessung an Langstabisolator bei künstlicher Benetzung**

Oberflächen-Schichtleitfähigkeit ertragen kann ohne zu überschlagen.

Der entgegengesetzte Grenzwert in der Verschmutzungsskala entspricht einem ohne spezielle Sorgfalt an Lager gehaltenen fabrikneuen Isolator, dessen Leitfähigkeit von unter 1 nS, d. h.  $10^{-9}$  S, mit der beschriebenen Anordnung und einer Spannung von 220 bis 380 V kaum mehr festgestellt werden kann.

Ein den Betriebsbedingungen entsprechender Isolator sollte somit eine Schichtleitfähigkeit unter  $10^{-6}$  S aufweisen.

Für die Praxis wesentlich aufschlussreicher ist die Messung der Schichtleitfähigkeit in Funktion der Benebelungszeit oder, anders gesagt, in Funktion der aufgebrachten Wassermenge. Aus dem Verlauf der Kurve, die durch Aufzeichnen von Einzelmessungen alle paar Sekunden oder durch ein als Strom-Meter geschaltetes Registrierinstrument ermittelt werden kann, können eindeutige Schlüsse über die Art der Verschmutzung gezogen werden. In Fig. 3 sind zwei Fälle schematisch dargestellt. Verhält sich ein Isolator während der Benebelung von einigen Minuten nach dem Verlauf der Kurve A, so handelt es sich bei der Verschmutzung um wasserlösliche Substanzen wie Sulfate oder Salze, und es darf angenommen werden, dass die Selbstreinigungskraft des Isolators genügt, damit er nach einem Regen wieder die volle Isolationsfähigkeit aufweist. Insbesondere wenn der Scheitelwert der Kurve A unter  $10^{-6}$  S liegt, darf eine chronische Verschmutzung ausgeschlossen werden.

Im Gegensatz dazu zeigt ein Verlauf nach Kurve B, dass keine Selbstreinigung zu erwarten ist, und die Isolatoren daher künstlich gewaschen [2] oder mit Silikonfett behandelt werden müssen. Ein solcher Kurvenverlauf tritt z. B. auf bei Verschmutzungen durch öl- oder kohlehaltige Abgase aus Industrie oder Hausbrand, bei kupfer- oder eisenhaltigen Ablagerungen durch Industrie oder Bahnen, usw.

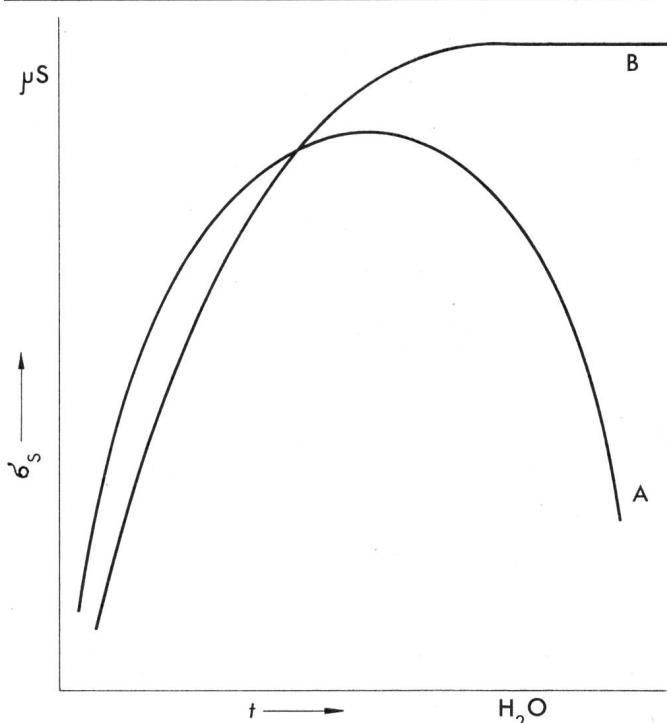


Fig. 3 Zeitliches Verhalten der Schichtleitfähigkeit während der Benebelung

#### Literatur

- [1] W. Schmidt und F. Schwab: Fremdschichtprobleme auf Freileitungsisolatoren in unmittelbarer Nähe von Autobahnen. Bull. SEV 63(1972)5, S. 227...230.
- [2] T. Fujimura, M. Okayama and T. Isozaki: Hot-line washing of substation insulators. Trans. IEEE PAS 89(1970)5, p. 770...774.

#### Adresse des Autors:

Dr. F. Schwab, Dipl. Ing. ETH, Vizedirektor, Aare-Tessin AG für Elektrizität, Olten.

## EMC Electromagnetic Compatibility<sup>1)</sup>

### Legal aspects and standards

Sous la désignation «Aspects légaux et normes», une session a groupé des exposés de caractères très différents ainsi qu'en témoignent les titres suivants:

1. «Organisation de la protection des radiocommunications par la planification des fréquences et le contrôle du matériel électrique», présenté par le soussigné.
2. «La façon dont l'approbation des équipements est abordée aux USA en vue de la compatibilité électromagnétique», par H. Garlan.
3. «Les homologations officielles dans le domaine de l'antiparasitage», par A. Wanner.
4. «L'application des normes MIL 461, 462, 463 comme spécifications générales concernant la compatibilité électromagnétique d'équipements», par D. Jaeger.
5. «Le développement de spécifications de systèmes et d'équipements, compte tenu des perturbations électromagnétiques», par H. M. Sachs.
6. «Les tentatives de limitations de fréquences pour les applications industrielles, scientifiques et médicales utilisées en Pologne et leurs aspects techniques», par W. Rusakiewicz.
7. «Compatibilité, fiabilité et adaptabilité» par E. Voel Jensen.

Les trois premiers exposés se rapportent à l'organisation de la lutte contre les perturbations radioélectriques par les organes officiels, tandis que les quatre derniers contiennent des considérations techniques relatives à des normes en vigueur ou à établir.

<sup>1)</sup> Zusammenfassung von zwei Themenkreisen des Symposiums über EMC, das am 20. bis 22. Mai 1975 in Montreux stattgefunden hat.

Nous nous proposons de résumer ici les éléments essentiels du premier groupe cité.

Après avoir rappelé les inconvénients d'un usage anarchique et de la pollution du spectre radioélectrique, l'auteur de la première contribution décrit une organisation capable de protéger efficacement cette richesse naturelle. L'organisation proposée est largement inspirée de celle qui existe en Suisse. Elle a comme éléments opérants principaux un Bureau pour la coordination des fréquences utilisées et une institution de contrôle préventif du matériel électrique aidés l'un et l'autre par un laboratoire de recherche et par des inspecteurs chargés de traiter les cas de perturbation. Ces institutions doivent être en liaison étroite sur le plan international avec le Comité International d'Enregistrement des Fréquences IFBR (UIT), le Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques (CISPR) et la Commission Internationale de Réglementation en vue de l'Approbation de l'Équipement Electrique CEE. Une commission nationale des perturbations radioélectriques, chargée de conseiller les organes gouvernementaux pour l'élaboration de lois et règlements comprend des représentants des principaux groupes concernés par la protection des radiocommunications, c'est-à-dire d'une part les usagers de celles-ci et d'autre part les fabricants d'appareils, les distributeurs et les usagers des équipements pouvant causer des parasites. Un comité national pour le CISPR assure la liaison entre ce dernier et les groupements concernés.

Dans la seconde contribution, H. Garlan rappelle l'histoire de la réglementation aux Etats-Unis. Appliquée d'abord aux postes

émetteurs, puis aux appareils industriels scientifiques et médicaux, cette réglementation a longtemps fait porter la responsabilité du respect des prescriptions techniques par les personnes utilisant les équipements. Depuis 1968 les fabricants et les vendeurs peuvent être appelés à répondre des équipements mis sur le marché. Les procédures d'homologation qui étaient volontaires jusqu'en 1970 sont devenues obligatoires.

La Federal Communications Commission FCC utilise trois formes d'autorisations d'équipements: *L'approbation de type, l'acceptation de type et la certification*. La première repose sur l'examen d'un échantillon soumis aux laboratoires de la FCC par le fabricant; la seconde et la troisième se basent sur une évaluation des descriptions et des mesures fournies par le fabricant. L'acceptation de type est appliquée aux émetteurs soumis à une licence d'exploitation tandis que la certification concerne les équipements pour lesquels il n'est pas exigé de licence d'exploitation individuelle. Des sondages sont prévus pour contrôler que les équipements produits et mis en vente soient conformes aux échantillons présentés pour l'homologation. En cas de non-conformité des sanctions peuvent être infligées au fabricant ou au vendeur.

L'antiparasitage des appareils électroménagers et d'autres sources de parasites tels que les dispositifs d'allumage des véhicules à moteur n'est pas obligatoire actuellement, mais il est probable qu'il le devienne au cours de ces prochaines années. Dans certains secteurs les fabricants procèdent volontairement au déparasitage de leurs produits, mais on doute que cela suffise.

A. Wanner, lui, expose les principes fondamentaux de l'homologation d'équipements susceptibles de causer des perturbations radioélectriques. Il cite le *traité international des télécommunications* qui demande qu'aucun équipement ne cause des brouillages nuisibles, les bases techniques du CISPR, les définitions de la Commission Economique pour l'Europe concernant les certifications, ainsi que le schéma de la CEE relatif à l'octroi d'un signe antiparasite. Il décrit les procédés de certification applicables aux appareils et équipements sur la base technique desquels est accordée l'autorisation de les employer: autocertification par le fabricant ou certification par une instance neutre reconnue. L'auteur donne ensuite des indications sur les certificats de conformité et des exemples de marques utilisés dans certains pays pour attester cette conformité; il poursuit son exposé par des précisions sur les systèmes de certification internationale: Le système et la marque de la CEE ainsi que le système de la Commission Economique pour l'Europe concernant l'approbation des véhicules au point de vue de leur déparasitage. Finalement, il rappelle que le code ISO/CEI concernant les principes de systèmes de certification, adopté en 1972, constitue la base de toute extension de l'application de certifications internationales.

En complément, nous voudrions encore citer une très intéressante monographie technique publié en dehors du Symposium par l'Union Européenne de Radiodiffusion sous le titre *Organisation de la lutte contre les parasites*. Cette brochure due à la plume de E. L. E. Pawley, ancien ingénieur en Chef aux Relations Extérieures de la British Broadcasting Corporation contient des renseignements détaillés sur l'organisation internationale de la lutte contre les parasites, les normes nationales et leur application, les services antiparasites et les tendances statistiques.

On voit d'après ce qui précède que l'établissement de normes et de la législation concernant la lutte contre les perturbations radioélectriques progresse, qu'il répond à un besoin général, et que les travaux du CISPR contribuent dans une large mesure à le rendre possible.

*J. Meyer de Stadelhofen*

## Nuclear Electromagnetic Pulse

Unter «Nuclear Electromagnetic Pulse» (NEMP) versteht man alle elektromagnetischen Vorgänge und Erscheinungen, die ihren Ursprung in einer Nuklearexploration haben und deren Frequenzspektrum von Null Hertz bis zu den höchsten Radiofrequenzen reicht. Im besonderen können im Megahertzbereich elektrische und magnetische Feldpulse von einigen 100 kV/m bzw. einigen kA/m auftreten. Eine Kernexplosion stellt somit Probleme elektromagnetischer Verträglichkeit ganz besonderer Art.

Die Tatsache, dass Kernexplosionen elektromagnetische Felder erzeugen, ist mindestens seit Anfang der sechziger Jahre bekannt. Unsicherheit herrschte nur in Bezug auf die Größenordnung der Felder und der zu erwartenden Schäden, da ein Grossteil der EMP-Information (EMP = Electromagnetic Pulse) von den Atomwaffen geheimgehalten wird. So haben weder russische noch französische EMP-Spezialisten aktiv an der NEMP-Sitzung teilgenommen. Die USA waren nur durch drei Privatfirmen vertreten. Den Beiträgen aus den USA, Schweden, Holland und der Schweiz konnte aber dennoch entnommen werden, dass

- die Entstehung des NEMP verstanden wird,
- die Feldamplituden und -frequenzen für praktische Belange genügend genau bekannt sind,
- die Untersuchungen betreffend EMP-Gefährdung von Komponenten und Systemen in den USA schon wesentlich weiter getrieben worden sind als in Europa (Simulationen, Systemanalysen),
- diverse Bauelemente für den EMP-Schutz kommerziell erhältlich sind.

Im Folgenden soll versucht werden, die Referate kurz zusammenzufassen.

### 1. Entstehung und charakteristische Daten des NEMP (Referate E1, E2, E5, J2, Workshop)

Die prompten Gammastrahlen einer Kernexplosion erzeugen durch Wechselwirkung mit der Luft Ströme von relativistischen Elektronen. Gleichzeitig wird die Luft ionisiert, d. h. elektrisch leitend gemacht. Das Gegenspiel zwischen primärem Strom als EMP-Quelle und Luftleitfähigkeit als EMP-Absorber gibt Anlass zu einem Sättigungsphänomen: Bei steigender Tonnage streben die Feldamplituden gegen Sättigungswerte. Eine 100-kt-Explosion auf oder nahe am Boden (Leitfähigkeit 2 mS/m) lässt innerhalb von 500 m ein elektrisches Feld von grob 100 kV/m und ein magnetisches Feld von etwa 1 kA/m entstehen. Grössere Tonnagen haben etwas grössere Reichweite, verändern aber die Maximalwerte nicht wesentlich. Höhere Felder sind hingegen in der Nähe von «Bodeninhomogenitäten» (z. B. Fahrzeug, Eisenmast) zu erwarten.

Die EMP-Felder dringen einige Meter tief in den Erdboden ein. Armierte Betonunterstände bieten kaum Schutz, es sind schon richtige Faradaykäfige notwendig.

Explosionen in Höhen über 30 km erzeugen am Boden Feldpulse mit Amplituden von 30–100 kV/m, Anstiegssteilheiten von 5 kV/m·ns und Pulsdauern von 100 ns und weniger. Schon bescheidene Tonnagen wie 100 kt können zu diesen Werten führen. Der NEMP von Explosionen in grosser Höhe kann gleichzeitig in einem Umkreis mit 2000 km Radius auftreten. Wegen seiner riesigen Reichweite scheint man in den USA vor allem die Verträglichkeit von Apparaturen und Systemen mit dem EMP von Hochexplosionen zu untersuchen.

### 2. Verträglichkeit (E2, E4, J2)

Die technischen Entwicklungen der letzten Jahrzehnte haben unsere Gesellschaftssysteme im allgemeinen NEMP-empfindlicher gemacht. Mit der Mikrominiaturisierung nimmt die Verwundbarkeit der elektrischen und elektronischen Einrichtungen und deren Teile bedeutend zu. Die Minimumenergie für die Zerstörung von Halbleiter-Schaltelelementen liegt im Bereich von  $10^{-3}$  Joule für Si-Gleichrichter und von  $10^{-9}$  Joule für Mikrowellendiode. Die im Symposiumsbericht besprochenen integrierten Schaltelemente (z. B. RCA-Empfänger 55107) werden bei Impulsbreiten von 25 ns bis 20  $\mu$ s von einer Minimumenergie von einigen  $\mu$ J zerstört. Die Spannungs-Zerstörungsschwelle variiert nicht stark mit der Pulsbreite (im Bereich 25 ns bis 20  $\mu$ s).

Im Vergleich zu dieser Empfindlichkeit liegt die Grenze für die Beschädigung an Starkstromanlageteilen um viele Größenordnungen höher.

Die Abschätzung der NEMP-Auswirkungen in komplexen Systemen erfordert einen erheblichen theoretischen Aufwand. Es ist daher angezeigt, die NEMP-Effekte zu simulieren. Aber auch hier steht man grossen technischen Schwierigkeiten gegenüber. Es ist nicht einfach, Simulatoren zu bauen, mit welchen ganze Funkwagen, Flugzeuge oder Schiffe dem EMP ausgesetzt werden können.

### 3. Schutzmassnahmen (E2, E3, E6, E7, Workshop)

Entsprechend der Vielfalt hinsichtlich Art und Empfindlichkeit der gefährdeten elektrischen und elektronischen Bauelemente muss in den meisten Fällen zum Schutz gegen NEMP-Effekte ein ausgewogenes System von Schutzmassnahmen eingesetzt werden. Zu den wirkungsspezifischen NEMP-Schutzmassnahmen, die sich auf bestimmte NEMP-Wirkungen beziehen, gehört neben den Abschirmungen gegen elektromagnetische Felder und Ströme (Faradaykäfig, Kabelabschirmung) der sogenannte Transientschutz. Der NEMP-Schutz muss immer so gestaltet sein, dass er auch den Schutz gegen Blitzschlag, elektromagnetische Interferenz, statische Elektrizität usw. umfasst.

Die Faradaykäfige sind vor allem im holländischen Beitrag zur Sprache gekommen, wo Schutzfaktoren von idealen Käfigen (parallele Platten, Zylinder und Kugeln aus dünnen Metallplatten) gegen den EMP von Hochexplosionen berechnet worden sind.

Der Transientschutz wurde in mehreren Beiträgen erwähnt. Als Grobschutz übernimmt hier die Funkenstrecke die Ableitung grösserer NEMP-Energien beziehungsweise die Ableitung von Überströmen und Überspannungen. Als letzte Stufe für Halbleiter-Schaltkreise wurden spezielle Halbleiterdioden entwickelt. Beispielsweise schützen solche Dioden gegen NEMP-Pulse mit Anstiegszeiten im Nanosekunden-Bereich. Sie vermögen Energiewerte bis zu 0,1 J aufzunehmen. In speziellen Schaltungen, die die Kapazitäten der Schutzdioden verringern, kann dieser Transientschutz bis in den Nutzfrequenzbereich von 100 MHz verwendet werden. Diese Schutzelemente sind folgerichtig, unter Berücksichtigung der Eigenschaften der zu schützenden Schaltelemente, einzusetzen. Insbesondere ist das verlangte Schutz-

niveau einzuhalten. Bezuglich Montage ist das Hauptaugenmerk auf die minimalste Anschlusslänge zu legen. In vielen Fällen führt nur eine Kombination von mehreren Schutzdiode mit Edelgasableitern und Dämpfungsgliedern zum Ziel.

Neben den wirkungsspezifischen NEMP-Schutzmassnahmen sind die allgemeineren Massnahmen schon aus Kostengründen zu empfehlen. Risikoverteilung und Übergang auf nichtelektrische Systeme sind Beispiele von solchen NEMP-Schutzmassnahmen.

Sind grosse oder komplizierte Anlagen gegen NEMP-Wirkungen hoher oder bodennaher Explosionen zu schützen, so ist die ganze Anlage hinsichtlich der folgenden Punkte zu analysieren:

- Aufgabe, Funktion der Anlage
- Aufbau der Installationen
- Verwundbarkeit der Anlageteile
- NEMP-Effekte und ihre Einkoppelung in Systemteile
- Möglichkeiten der NEMP-Schutzmassnahmen
- Beurteilung, Test und Inspektion der realisierten Schutzmassnahmen.

In den USA wurden hierfür spezielle, umfangreiche Computerprogramme entwickelt. Im Workshop wurde aber betont, dass diese Programme nur zusammen mit Simulationen als Prüfstein einen vernünftigen Wahrheitsgehalt erreichen können. Unter diesem Gesichtspunkt ist der Wunsch nach einem europäischen Simulator, der in der Diskussion von einem englischen Teilnehmer ausgesprochen worden ist, besonders interessant.

Es ist zu hoffen, dass dieses Symposium und weitere Veranstaltungen ähnlicher Art die internationale Zusammenarbeit auch auf dem Gebiete des NEMP zu fördern vermögen. Denn ohne internationale Zusammenarbeit und Kritik werden nationale Anstrengungen nur zu oft unfruchtbar bleiben.

K. Appert, C. Brändli und W. Jöhl

## Commission Electrotechnique Internationale (CEI)

### Sitzungen des CE 61, Sécurité des appareils électrodomestiques, vom 20. bis 24. Mai 1975 in Zürich

Das CE 61 tagte unter der Leitung seines Präsidenten, L. Elfström (S), und seines Sekretärs, K. S. Geiges (USA), vom 20. bis 24. Mai 1975 in Zürich. Rund 60 Delegierte aus 18 Ländern nahmen an den Sitzungen teil.

Nach Begrüssungen und Genehmigung der Traktandenliste dieser Sitzung und des Protokolls der Sitzung vom November 1974 in Milano berichtete der Sekretär schriftlich über die Dokumente, Arbeitsgruppen und Sous-Comités wie folgt:

33 Publikationen sind erschienen bzw. im Druck,  
2 Dokumente wurden dem 2-Monate-Regel-Verfahren unterstellt,  
17 Dokumente stehen unter der 6-Monate-Regel,  
33 Entwürfe werden diskutiert oder warten auf die Diskussion,  
2 Entwürfe sind in Bearbeitung.

Die WG 4, Non-metallic enclosures, plant keine Sitzung zurzeit.

Die WG 5, Aging tests for motor windings, wird umorganisiert.

Die WG 6, Portable tools, arbeitet an einem Entwurf auf Grund der CEE-Publ. 20 (2. Auflage). Ihre nächste Sitzung wird im Herbst 1975 stattfinden.

Die WG 7, Cooker surface temperature, wird einen Bericht über ihre Sitzung vom März 1975 verteilen.

Das SC 61B, Sécurité des fours à hyperfréquence à usage domestique, hat Dokumente unter dem 2-Monate-Verfahren verteilt.

Das SC 61C, Appareils domestiques de réfrigération, hat ein Dokument unter der 6-Monate-Regel verteilt. Seine WG 1, Motor compressor, hatte die erste Sitzung im April 1975, ihre nächste wird im Herbst 1975 stattfinden. Das SC 61C plant seine nächste Sitzung für 1976.

Das SC 61D, Appareils de conditionnement d'air pour usage domestiques et analogues, hat ein 6-Monate-Regel-Dokument ausgearbeitet.

Das SC 61E, Equipment de restauration à usage commercial, hat einen Fragebogen betreffend Verfahrensmethoden und Prioritäten verteilt. Das Südafrikanische Sekretariat hat J. Armellini (I) zum Vorsitzenden des SC 61E vorgeschlagen.

Die technischen Beratungen begannen mit einer ausführlichen Diskussion betreffend weitere Änderungen zu der Publ. 335-1. Sie umfassten u. a.:

einige Anpassungen an die entsprechenden CEE-Publikationen und CENELEC-Harmonisierungsdokumente,

Eingliederung der «Hinweise für einige Länder» in das Vorwort, weitere Anforderungen an die Anschlussmöglichkeiten, Anschlussklemmen und Motorschutzvorrichtungen.

Die Ausgabe der zweiten Auflage der Publ. 335-1 wurde auf schweizerischen Vorschlag einstimmig beschlossen. Diese zweite Auflage wird alle schon publizierten Änderungen, die bisher angenommenen Änderungen, die unter der 6-Monate-Regel stehen den Dokumenten und die Beschlüsse von Zürich enthalten. Der Text der zweiten Auflage wird durch eine gemeinsame CEI/CEE-Redaktionsgruppe bereinigt und voraussichtlich Ende 1975, Anfang 1976 herausgegeben. Somit wurde auch die Möglichkeit geschaffen, diese zweite Auflage der Publ. 335-1 durch die CEE und durch das CENELEC mit «Endorsement» zu übernehmen.

Einige Anpassungen an die entsprechenden CEE-Publikationen und an den neuen § 25, Netzanschluss, der Publ. 335-1 wurden für die Publikationen 335-2...16 beschlossen. Einige weitere Anforderungen über die mechanische Gefährdung der Küchenmaschinen (Publ. 335-14) wurden angenommen. Alle Resultate dieser Diskussion werden in 6-Monate-Regel-Dokumenten erscheinen.

Das Dokument 61(Secretariat)136, Third draft – Rooms heaters, wurde ausführlich diskutiert, und als Resultat wird ein neues Dokument unter der 6-Monate-Regel verteilt.

Für den Reduktionsfaktor zur Berechnung der Grösse von Anschlussklemmen und Kabeln der Kochherde wurde eine durch die Schweiz vorgeschlagene, mathematische Formel angenommen, nach welcher der Reduktionsfaktor von der Zahl der Wärmeeinheiten und nicht von der totalen Leistungsaufnahme abhängig ist.

Das Dokument 61(Secretariat)99, Ultra-violet and infra-red radiating skin treatment appliances for household use, wurde durchberaten und für die 6-Monate-Regel verabschiedet.

Die nächste Sitzung des CE 61 wird im Oktober 1975 in Deutschland stattfinden.

J. Martos