

Zeitschrift:	Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber:	Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band:	63 (1972)
Heft:	25
Rubrik:	Commission Electrotechnique Internationale (CEI)

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: 17.02.2026

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

Frequenz. Für die Druckabhängigkeit lässt sich auf der Basis physikalischer Modellvorstellungen eine befriedigende Theorie aufstellen, nicht dagegen für die Abhängigkeit von der Korngrösse. Der Einfluss von Temperatur, Feldstärke und Frequenz wird wenigstens qualitativ verstanden. Die elektrische Leitfähigkeit von Pulvern unter Druck ist stark anisotrop, wobei sich Ordnungseffekte beim Pressen und Kristallanisotropie überlagern.

Ein Überblick über Messergebnisse vor allem an verschiedenen Arten von Braumsteinpulvern verdeutlicht die Überlegungen und zeigt zugleich die Grenzen der elementaren Theorie. Messwerte an anderen Metallverbindungen, an Metallpulvern, Graphit, Russ und Halbleitern werden zum Vergleich herangezogen. Schliesslich kann eine Mischungsregel für Pulver aus zwei Komponenten angegeben werden.

Mittlerer spezifischer Widerstand einer Mischung von Elektrobraumsteinpulver (ähnlich Nr. 9 in Tab. I) und Azetylenruss

Russanteil [b] = 20 Vol.-%. Nach Gl. (10)

Tabelle III

Druck p bar	Spezifischer Widerstand ρ in $\Omega \text{ cm}$	
	berechnet	gemessen
50	13,1	$12,2 \pm 0,5$
70	11,7	10,5
100	10,4	9,3
150	9,4	8,1
200	8,3	7,4
Druck- Exponent γ	—0,33	—0,4

$$\rho_{a0} = 1000 \Omega \text{ cm}, \rho_{b0} = 0,1 \Omega \text{ cm}, g_{ab} \approx 50 \Omega^{-1} \text{ cm}^{-3}$$

Der Autor ist einer Reihe von Kollegen für wertvolle Diskussionen und Hilfe bei der Beschaffung von Literatur dankbar. Besonders seien genannt Prof. Dr. Otto Böttger, Kassel, und Prof. Dr. Jean Brenet, Strassburg.

Die Messungen sind zum Teil im Forschungslaboratorium der Varta AG — damals noch in Frankfurt/M. — gemacht worden. Dem Vorstand der Gesellschaft, insbesondere Dr. G. Lander, sei für die Freigabe zur Veröffentlichung gedankt.

Literatur

- [1] H. Ebert: Lehrbuch der Physik nach Vorlesungen an der Technischen Hochschule zu München. Band 2, Teil 2: Die strahlende Energie. Berlin, Verlag Walter de Gruyter, 1923.
- [2] R. Holm u. a.: Untersuchungen über ruhende, gestört metallische Kontakte und Kontakte mit Fremdschichten. Wissenschaftliche Veröffentlichungen aus dem Siemens-Konzern 10(1931)4, S. 20...64.
- [3] F. Skaupy und O. Kantorowicz: Die elektrische Leitfähigkeit pulverförmiger Metalle unter Druck. Metallwirtschaft/Metallwissenschaft/Metalltechnik 10(1931)3, S. 45...47.
- [4] J. Brunner und H. Hammerschmid: Über die elektrische Leitfähigkeit gepresster Graphitpulver. Zeitschrift für Elektrochemie 40(1934)2, S. 60...67.
- [5] F. P. Henninger: Widerstandsmessungen an Bor und Siliciumcarbid. Annalen der Physik 5. Folge 28(1937)3, S. 245...263.
- [6] Hütte. Des Ingenieurs Taschenbuch. 27. Auflage. Berlin, Verlag W. Ernst & Sohn, 1941; S. 737.
- [7] R. Glicksmann und C. K. Morehouse: Resistivity studies of various Leclanché cathode materials. Journal of the Electrochemical Society 103(1956)3, p. 149...153.
- [8] H. Schreiner: Pulvermetallurgie elektrischer Kontakte. Berlin/Göttingen/Heidelberg, Springer Verlag, 1964.
- [9] A. Voet: Electrical conductance of carbon black. Rubber Age 95(1964) August, p. 746...752.
- [10] K. J. Euler: Die Stromverteilung im verschmierten Übergangsgebiet zwischen elektrisch leitenden Phasen. Teil II. Anwendung auf Spezialfälle. Zeitschrift für angewandte Physik 20(1966)3, S. 229...237.
- [11] R. Holm und E. Holm: Electric Contacts. Theory and application. 4th edition. Berlin/Heidelberg/New York, Springer Verlag, 1967.
- [12] J. Caudle, D. B. Ring und F. L. Tye: Physical properties of mixtures of carbon and manganese dioxide. Part 2: Compressibility and electrical conductivity. In: D. H. Collins: Power Sources 3. Newcastle, Oriel Press, 1971; p. 593...606.

Adresse des Autors:

Prof. Dr. K.-J. Euler, Gesamthochschule Kassel, Organisationseinheit Mathematik und Naturwissenschaften, Heinrich-Plett-Strasse 40, D-35 Kassel.

Commission Electrotechnique Internationale (CEI)

Sitzungen des CE 70, Degrés de protection procurés par les enveloppes, vom 20. bis 22. September 1972 in Zürich

Das im Mai 1970 in Washington gegründete CE 70 traf sich nach der ersten Sitzung vom 10. bis 12. Mai 1971 in Stresa, zum zweitenmal am 20. bis 22. September 1972 in Zürich. Den Vorsitz führte R. L. Michoudet (F), das Sekretariat lag in den Händen von C. M. Sayer aus England. 20 Delegierte aus 12 Ländern beteiligten sich an den Diskussionen. Für die Schweiz waren zwei Delegierte anwesend.

Das in Stresa noch zur Diskussion stehende Sekretariatsdokument 70(Secrétaire)2, lag in wesentlich erweiterter Form als 70(Secrétaire)5, Classification des degrés de protection procurés par les enveloppes, zur Diskussion vor. Dazu kam es durch die Erweiterung des Aufgabenbereiches von Niederspannung allein auf Hochspannung bis zu Nennspannungen von 72,5 kV. Eine in Stresa gegründete Arbeitsgruppe, an der die Schweiz aktiv teilnahm, hatte an einer Sitzung in Paris, vom 2. bis 4. November 1971, dem Sekretariat die nötigen Erweiterungen vorgeschlagen.

Dem CE 70 ist als Aufgabe gestellt, einen Code und Prüfbedingungen aufzustellen über den Schutz, den Verschaltungen für elektrische Ausrüstungen (equipment) bieten können, in bezug auf Schutz von Personen vor elektrisch oder mechanisch schädlichen Wirkungen und in bezug auf den Schutz der eingeschlossenen Ausrüstung vor Einflüssen der Umgebung in fester oder flüssiger Form, speziell in Form von festen Fremdkörpern und von Wasser. Dies als Hauptthema, weitere sind am Ende

dieses Artikels aufgeführt. Das CE 70 hat aber diese Aufgabe nicht frei und unbelastet von einer Vorgeschichte anpacken können, sondern das im Zentrum stehende IP-System (International Protection) ist schon aus den Publikationen 144 und 34-5 der CEI bekannt, einmal für Niederspannungsschaltapparate und einmal für rotierende elektrische Maschinen. Das CE 70 hat also einmal die Aufgabe, einen gemeinsamen Nenner für diese beiden Gebiete zu finden und andererseits auch einen Leitfaden zur Aufstellung von Regeln über Schutzgehäuse auch für andere interessierte Fachkommissionen zu schaffen.

Damit ist die sehr engagiert geführte Diskussion über das Sekretariatsdokument charakterisiert, indem es galt, alles was maschinen- oder apparateanrühig war, zu eliminieren, resp. der Verantwortung der betroffenen Fachkollegen zu überweisen und alles, was andere Fachkollegen als Grundlage benötigen, in die Vorlage einzubauen. Die Eingriffe in den Sekretariatsvorschlag waren teilweise so tiefgreifend, dass sich nicht alle Delegierten mehr über die effektiven Auswirkungen der neuen Beschlüsse auf das sehr breite Spektrum der Nutzniesser klar waren. Jedenfalls wurde die erste Ziffer des IP Codes, die eine integrierte Aussage über den Personenschutz und den Schutz vor Fremdkörpern macht, wesentlich verstärkt auf den Personenschutz umfunktioniert. Die ersten Ziffern 3 und 4 im Code, die bisher das Eindringen von Fremdkörpern von 2,5 mm Durchmesser, resp. 1 mm

Durchmesser nicht erlaubten, können nun auch Konstruktionen kennzeichnen, bei denen Kondenswasserlöcher und vor allem Ventilationslöcher vorhanden sein dürfen, sofern dem prüfenden Draht nur einfach durch mechanische Schikanen die gefährliche Annäherung an spannungsführende oder bewegte Teile verwehrt ist. Solche Öffnungen sind in ihrer Durchlässigkeit gegen Zutritt von kugelförmigen Fremdkörpern nur gegen Objekte mit Durchmessern von über 12,5 mm geschützt, also wie man das von Ziffer 2 gewohnt war. Diese Ergänzung ist sicher notwendig, weil es in Zukunft möglich sein muss, für Hochspannungsmaterial, wo aus Sicherheitsgründen der Test mit dem 2,5 mm oder 1 mm Draht verlangt ist, trotzdem Ventilationsöffnungen anzubringen. Der vermehrte Einfluss von Delegierten, die sich aktiver mit Sicherheitsfragen beschäftigen, kommt hier richtigerweise zum Zuge. Dagegen werden sich die «Rotierenden» gewöhnen müssen, dass mit z. B. IP43 durchaus eine innenventilierte, nicht aber unbedingt eine vollständig geschlossene Maschine gemeint sein kann. Diese Verschiebung des oft zur Kennzeichnung von Konstruktionen missbrauchten Begriffs der Schutzart auf seinen eigentlichen Sinn, eben den «Schutz», ist unvermeidlich und eigentlich nicht zu bedauern, weil mit dem Code der Kühlmethoden (IC nach Publikation 34-6) ein viel besseres Mittel vorhanden ist «offene» und «geschlossene» Maschinen zu markieren.

Das in der Sitzung komplett überarbeitete Sekretariatsdokument wird aus diesen Gründen nicht sofort als ein der 6-Monate-Regel unterstelltes Dokument herausgegeben, sondern es erscheint nochmals ein Sekretariatsdokument, das aber nach dem neu geschaffenen abgekürzten Verfahren behandelt werden kann. Das heißt, dass dieses Sekretariatsdokument nicht mehr an einer Sitzung des CE 70 behandelt werden muss, sondern dass das

Sekretariat die Kommentare zum Sekretariatsdokument direkt in das 6-Monate-Dokument verarbeiten kann, sofern nicht schwerwiegende Einwände zum gleichen Thema von verschiedener Seite erfolgen.

Nach Rückfrage beim CE 1, Terminologie, wird gegebenenfalls eine Arbeitsgruppe gegründet werden, die die Definitionen im Arbeitsbereich des CE 70 vorbereitet.

Die Sekretariatsumfrage 70(*Secrétariat*)3, Questionnaire - Autres facteurs en relation avec la protection procurée par les enveloppes, hatte eine schwache Resonanz. Als Einflüsse auf Verschalungen, denen diese zu widerstehen haben, um ihre Funktion des Schutzes der umschlossenen Ausrüstung umfassend zu erfüllen, sind Schlagbeanspruchung, Schockbeanspruchung, Vibration, Korrosion, Temperatur und Entflammbarkeit genannt worden. Einzig für den eventuellen Einbezug der Schlagbeanspruchung hat sich eine zögernde Zustimmung ergeben. Eine Arbeitsgruppe, in der auch die Schweiz mitarbeiten wird, soll vorerst einmal versuchen, das Thema abzugrenzen und zu untersuchen, was gegebenenfalls überhaupt in diesen Begriff einzubeziehen ist. Jedenfalls kommt hier, bisher im CE 70 ungewohnt, zumindest zusätzlich der Begriff der räumlichen Grösse der Verschalung ins Spiel. Auf Grund der Vorabklärung durch die Arbeitsgruppe will das CE 70 dann erst entscheiden, ob auf dieses Problem eingetreten werden kann und soll. Ganz sicher ist, dass die «Impact»-Frage nicht zu einer dritten Ziffer im IP-Code führen wird.

Die Tagung wurde mit einer Besichtigung der Materialprüfanstalt des SEV abgeschlossen. Das Datum der nächsten Sitzung bleibt offen.

R. Walser

Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

Elektrische Maschinen — Machines électriques

Die Bedeutung der Gasturbinen

621.438 : 621.31

[Nach G. Hirschfelder: Bedeutung der Gasturbinen für die Elektrizitätsversorgung heute und in der Zukunft. Elektrizitätswirtsch. 71(1972)18, S. 509...512]

Die Entwicklung von Hochleistungsgasturbinen konnte während der letzten Jahre gute Fortschritte verzeichnen. Einheiten mit Leistungen von 55 MW stehen seit kurzem in Betrieb. Einheiten mit 80 MW befinden sich im Bau und solche mit 100 MW Leistung sind im Entwicklungsstadium. Gasturbinen höherer Leistungen bedingen kostspielige Forschungs- und Entwicklungsarbeiten. Nach dem heutigen Stand der Technik ist für sie eine komplizierte Bauweise nötig. Diese vergrössert die Anlagekosten und vermindert die Vorteile der Gasturbinen. Bedienung und Wartung der Anlagen über 100 MW würden sich durch die komplizierte Bauweise viel weniger einfach gestalten. Die Turbinen werden unübersichtlich, und ihre Verfügbarkeit wird kleiner.

Die Gasturbine lässt sich für die Energieerzeugung von Spitzenlast, Mittellast und Grundlast verwenden. Gasturbinen normaler Konstruktion eignen sich gut zur Spitzenlastdeckung während 1000...1500 Benutzungsstunden pro Jahr. Für kleinere Benutzungsstundenzahlen und als Momentanreserve kommt eine Ausführung in Frage, die sich durch niedrige Anlagekosten und kurze Anfahrzeit auszeichnet. Besondere Vorteile bietet eine Gasturbine für die Spitzenlast in Kombination mit einem Kernkraftwerk.

Die Kombination einer Gas- mit einer Dampfturbine eignet sich für den Mittel- und Grundlastbetrieb. Diese Kombination hat guten Wirkungsgrad bei geringen Anlagekosten. Die Westfalen AG in Deutschland baut eine Reihe von Blöcken, die aus einer 55-MW-Gasturbine und einer 365-MW-Dampfturbine bestehen. Die Gesamtnennleistung beträgt 400 MW.

Die überwiegende Zahl der Gasturbinen arbeitet mit offenem Kreislauf. Es gibt jedoch auch Gasturbinen mit geschlossenem

Kreislauf. Beispielsweise werden solche Anlagen mit 20 MW Leistung gleichzeitig für die Strom- und Heizwärmeerzeugung eingesetzt. Gasgekühlte Kernreaktoren werden sich gut mit Gasturbinen mit geschlossenem Kreislauf kombinieren lassen. Bis zur Realisierung dieser Gasturbinen hat aber die Entwicklung noch eine Reihe von Problemen, die durch die Kombination eines Kernreaktors mit einer Gasturbine mit geschlossenem Kreislauf gegeben sind, zu lösen.

H. Gibas

Elektronik, Röntgentechnik, Computer — Electronique, Radiologie, Computers

Mikrowellentechnik

621.3.029.63 : 621.372.821 : 621.317.335.3

[Nach: H. Groll und W. Wiesbeck: Ermittlungen der Dielektrizitätszahlen von Mikrowellen-Streifenleitungen. NTZ 25(1972)6, S. 265...269]

Leitungsschaltungen der Mikrowellentechnik benutzen sog. Streifenleitungen mit dielektrischen Trägern. Für den Entwurf derartiger Streifenleiterschaltungen muss die relative Dielektrizitätskonstante ϵ_r des Trägermaterials möglichst genau bekannt sein. Es sei nun eine Messmethode beschrieben, die es gestattet, die Dielektrizitätskonstante von Keramiksubstraten, wie sie für Streifenleitungen verwendet werden, mit einer für die Praxis völlig ausreichenden Genauigkeit und ohne grossen Zeitaufwand zu bestimmen. Hierzu wird der Probekörper allseitig metallisiert, so dass ein Hohlraumresonator entsteht, dessen Resonanzfrequenz f_R über eine angekoppelte Koaxialleitung gemessen wird. Da sich für einen luftgefüllten Resonator als Quader die Resonanzfrequenz f_{R0} berechnen lässt, kann durch Vergleich der gemessenen Resonanzfrequenz f_R mit der berechneten Resonanzfrequenz f_{R0} die relative Dielektrizitätskonstante ϵ_r bestimmt werden.

Die Art der Anregung des Hohlraumresonators wird dabei so gewählt, dass die Resonanzfrequenz unabhängig von der Materialdicke und damit von den Dickeintoleranzen des Messobjekts wird, so dass nur die Toleranzen der Längenabmessungen von