Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 48 (1957)

Heft: 4

Artikel: Die Kennzeichnung der Klimafestigkeit von Bauelementen der Elektronik

Autor: Ganz, E.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1060590

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

48. Jahrgang Nr. 4 Samstag, 16. Februar 1957

BULLETIN

DES SCHWEIZERISCHEN ELEKTROTECHNISCHEN VEREINS

GEMEINSAMES PUBLIKATIONSORGAN
DES SCHWEIZERISCHEN ELEKTROTECHNISCHEN VEREINS (SEV) UND
DES VERBANDES SCHWEIZERISCHER ELEKTRIZITÄTSWERKE (VSE)

Die Kennzeichnung der Klimafestigkeit von Bauelementen der Elektronik

Von *E. Ganz*, Baden (AG)

620.193.21 : 621.38/.389

Ein von der Commission Electrotechnique Internationale ausgearbeitetes System zur Kennzeichnung der Klimafestigkeit von Bauelementen der Elektronik wird erklärt und an Hand von praktischen Anwendungsbeispielen näher erläutert. Durch die Verkopplung der maximal zulässigen Klimaanforderungen eines Materials mit international genormten Prüfbedingungen in einem aus 3 Ziffern bestehenden Code wird die Gewähr einer einheitlichen Beurteilungsmöglichkeit der Widerstandsfähigkeit gegen klimatische Einflüsse gegeben.

Exposé d'un système de caractérisation élaboré par la Commission Electrotechnique Internationale, au sujet de la résistance climatique de pièces détachées pour équipements électroniques, avec exemples d'application pratiques à l'appui. En combinant dans un code à trois chiffres les exigences climatiques maxima admissibles pour un matériel et les conditions d'essais normalisées, il devient possible de juger d'une façon uniforme de la résistance de ce matériel aux influences climatiques.

A. Einleitung

In einem früher erschienenen Aufsatz [1][1]) wurde eingehend dargestellt, dass die bisher übliche Kennzeichnung der Klimafestigkeit von Werkstoffen, Bauelementen und Apparaten (zusammengefasst als Material bezeichnet) durch die Begriffe «tropensicher» oder «tropenfest» unzureichend ist. Es wurde gezeigt, dass es kein einheitliches Tropenklima gibt, und dass in den klimatisch gemässigten Zonen unter Umständen höhere klimatische Ansprüche an das Material gestellt werden können als in tropischen Gebieten, abgesehen davon, dass z. B. die Kältebeständigkeit oder die Höhenfestigkeit zum vornherein für tropische Gebiete kaum verlangt werden muss. Deshalb kann durch eine derart vereinfachte Bezeichnung die tatsächliche Verwendbarkeit eines Materials kaum allgemeingültig umschrieben werden. Zudem kann der Begriff der «Tropensicherheit» nur praktische Bedeutung haben, wenn er mit klaren und eindeutigen Material-Prüf- und Anforderungsbedingungen gekoppelt ist, was sich aber wegen der Verschiedenartigkeit der Klimaverhältnisse nur schwer realisieren lässt.

Auf Grund solcher Überlegungen arbeitete das Comité d'Etudes Nr. 40, «Pièces détachées pour équipements électroniques» der Commission Electrotechnique Internationale (CEI) ein Codesystem zur Kennzeichnung der Klimafestigkeit von Bauelementen der Elektronik aus, welches — wie wir weiter unten sehen werden — sich direkt auf die Garantiewerte des Materials für die wichtigsten Klimadaten mit den zugehörigen Prüfbedingungen stützt. In der von der CEI kürzlich veröffentlichten Publikation Nr. 80 «Spécification pour condensateurs au papier pour courant continu» [2] wurde zum erstenmal versucht, dieses Codesystem praktisch anzuwenden; weitere Publikationen über andere Bauelemente wie Widerstände, Keramikkondensatoren, Schalter, Steckkontakte usw. sind z. Z. noch in Bearbeitung und werden in den nächsten Jahren in zwangloser Reihenfolge erscheinen. Weiterhin besteht die Tendenz, dieses Codesystem auch auf komplette elektronische Apparate, Messinstrumente usw. auszudehnen, so dass es nützlich sein dürfte, es schon heute einem grösseren Interessentenkreis bekannt zu machen.

[1]) siehe Literaturverzeichnis am Schluss des Aufsatzes.

B. Das grundsätzliche Codesystem

Die Klimabeständigkeit eines elektrischen Materials bestimmen in erster Linie die Temperatur- (minimale und maximale Temperatur) und die Feuchtigkeitsverhältnisse, denen das Material zeitweise oder dauernd ausgesetzt wird. Neben diesen beiden wichtigsten Klimafaktoren sind in der Technoklimatologie für die Dimensionierung und Bewährung des Materials auch die übrigen Klimafaktoren wie Luftdruck, Ultraviolettbestrahlung, Verstaubung, Vereisung, aggressive Luftverunreinigungen usw. massgebend, doch wollen wir uns vorderhand bei der Diskussion des grundsätzlichen Codesystems zur Kennzeichnung der Klimafestigkeit nur auf die ersteren, wichtigsten Klimafaktoren beschränken. Es wird später gezeigt werden, dass sich ein Teil der übrigen Klimafaktoren, je nach Konstruktion und Art des Materials, diesen Grundfaktoren direkt zuordnen lassen.

Das internationale Codesystem der CEI [2] basiert auf einer 3stelligen Nummer (arabische Ziffern), wovon jede Ziffer mit einem Strengegrad (römische Ziffern) eines Klima- bzw. Prüf-Parameters in folgender Reihenfolge korrespondiert (Tabelle I):

1. Ziffer: minimal zulässige Temperatur
2. Ziffer: maximal zulässige Temperatur
3. Ziffer: Dauer der durchgeführten oder durchzuführenden Prüflagerung in hoher Luftfeuchtigkeit bei erhöhter Temperatur.

Mit der Codenummer korrespondierende Strengegradziffern mit zugehörigen Klima- und Prüfwerten

Tabelle I

Ziffer der Codenummer	Korrespondierender Strengegrad der Prüfanforderung	Zugehörige Klima- und Prüfwerte
1. Ziffer:		
3	III	— 65 °C [1]
4	IV	— 55 °C
5	V	— 40 °C
6	VI	— 25 °C
7	VII	— 10 °C
2. Ziffer:		
2	II	+ 155 °C [1]
3	III	+ 125 °C [1]
4	IV	+ 100 °C
5	V	+ 85 °C
6	VI	+ 70 °C
7	VII	+ 55 °C
8	VIII	+ 40 °C [1]
3. Ziffer:		
4	IV	+ 35 °C und 95...100 % rel. Feuchtigkeit während 84 Tagen
5	V	+ 35 °C und 95...100 % rel. Feuchtigkeit während 28 Tagen
6	VI	+ 35 °C und 95...100 % rel. Feuchtigkeit während 7 Tagen mit nachfolgender 6stündiger Trocknung unter normalen klimatischen Bedingungen vor der Messung der elektrischen und mechanischen Werte [1]
7	VII	+ 30 °C und 85...90 % rel. Feuchtigkeit während 28 Tagen [1]

[1]) Diese Werte sind noch nicht endgültig festgelegt und international noch nicht genehmigt oder werden zur Zeit revidiert.

Ein Material z. B. der Klima-Codenummer 454 muss die spezifisch an dieses gestellten Bedingungen unter folgenden Prüfungen erfüllen:

a) Kälteprüfung gemäss Strengegrad IV bei — 55 °C;

b) trockene Wärmeprüfung gemäss Strengegrad V bei + 85 °C;

c) Feuchtigkeitsprüfung gemäss Strengegrad IV bei + 35 °C und 95...100 % relativer Feuchtigkeit während 84 Tagen.

Würde dieses Material z. B. die Prüfung auf Feuchtigkeitsbeständigkeit nur während 28 Tagen bestehen, indem z. B. der Isolationswiderstand zufolge zu starker Feuchtigkeitsaufnahme nach 28 Tagen stärker als zulässig abgefallen ist, müsste es die Kennzeichnung 455 erhalten. Dieses Beispiel zeigt, dass das Codesystem nur dann seine volle praktische Bedeutung erhält, wenn für jede Material- oder Bauelementekategorie (z. B. Papierkondensatoren, Keramikkondensatoren, Elektrolytkondensatoren, Widerstände, Potentiometer, Steckkontakte) auch die minimal geforderten elektrischen und mechanischen Bedingungen nach durchgeführter Prüfung bekannt sind. Tabelle II gibt zur Illustration eine Übersicht über einige Anforderungen an z. B. Gleichspannungs-Papierkondensatoren, während oder nach den Klimaprüfungen gemäss Publikation Nr. 80 der CEI [2].

Einige typische Anforderungen an Papierkondensatoren mit einer Kapazität $\leq 0{,}33\ \mu F$ ohne chloriertes Imprägniermittel für verschiedene Gruppen der Klimabeständigkeit (Codenummern)

Tabelle II

1. Anforderungen an die Kapazität:

a) Vor der Klimaprüfung: Die Kapazität muss innerhalb der garantierten Toleranz liegen.

b) Nach der 16stündigen Wärmeprüfung bei einer Temperatur entsprechend dem Strengegrad der Prüfanforderung, gemessen bei Zimmertemperatur: Zulässige Abweichung gegenüber dem vor der Prüfung gemessenen Wert ± 5 %.

c) Nach der 6stündigen Kälteprüfung bei einer Temperatur entsprechend dem Strengegrad der Prüfanforderung, gemessen bei Zimmertemperatur: Zulässige Abweichung gegenüber dem vor der Prüfung gemessenen Wert ± 2 %.

d) Nach der Feuchtigkeitsprüfung entsprechend dem Strengegrad der Prüfanforderung: Zulässige Abweichung gegenüber dem vor der Prüfung gemessenen Wert ± 5 %.

2. Minimal geforderter Isolationswiderstand zwischen den Kondensatorbelägen, gemessen bei Zimmertemperatur:

a) Vor der Klimaprüfung für die Gruppen:

454, 554, 564, 654, 664	12 000 MΩ
455, 456, 555, 556, 565, 566, 655, 665 .	6 000 MΩ
776, 777	900 MΩ

b) Unmittelbar vor Beendigung der 16stündigen Wärmeprüfung, gemessen bei der Temperatur des entsprechenden Strengegrades der Prüfanforderung für die Gruppen:

454, 455, 456, 554, 555, 556, 654, 655 .	45 MΩ
564, 565, 566, 664, 665	90 MΩ
776, 777	45 MΩ

c) Nach der Feuchtigkeitsprüfung entsprechend dem Strengegrad der Prüfanforderung für die Gruppen:

454, 554, 564, 654, 664	6 000 MΩ
455, 555, 565, 655, 665	1 500 MΩ
456, 556, 566, 776, 777	30 MΩ

In ähnlicher Weise werden zur Zeit von der CEI auch die Anforderungen an andere Bauelemente der Elektronik zusammengestellt und es ist zu hoffen, dass nun laufend weitere Publikationen erscheinen werden; hingegen steckt leider die internationale Verarbeitung dieses oder eines angenähert entsprechenden Codesystems für Messinstrumente oder andere in der Elektronik nicht oder weniger gebräuchliche elektrische Materialien noch tief in den Anfängen. Natürlich wäre es insbesondere für die Abnehmer und Verwender der Materialien ausserordentlich nützlich, für alle verschiedenen Materialkategorien die minimalen Anforderungen unter Zugrundelegung eines einheitlichen Systemes zu kennen; es wird aber auch in der Zukunft kaum je möglich sein, für sämtliche in der Praxis in Frage kommenden Materialien derartige in die Einzelheiten gehende Spezifikationen zusammenzustellen; die minutiöse Bearbeitung muss leider aus Gründen des grossen Arbeitsaufwandes

auf die gebräuchlichsten Materialien beschränkt bleiben.

Das Codesystem lässt sich mit einigen Einschränkungen aber auch auf Materialien anwenden, für welche noch keine internationalen oder nationalen Regeln oder Vorschriften für die einzuhaltenden Werte bestehen. Da die genauen Prüfmethoden zur Durchführung der Klimaprüfungen in einer besonderen Publikation (Nr. 68) der CEI «Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique des pièces détachées» [3] (zur Zeit in Revision) zusammengestellt sind, können die Prüfungen auch ohne Spezialvorschriften normgerecht durchgeführt werden. Um dem Käufer der Materialien in solchen Fällen die Interpretation des Klimacodes zu ermöglichen, ist es allerdings notwendig, dass die Fabrikanten z. B. auf den Katalogblättern die in ihrer Fabrik intern zu Grunde gelegten Extremwerte der Prüfanforderungen aufführen; diese Extremwerte gelten natürlich gleichzeitig als Garantiewerte.

C. Das kombinierte Codesystem

Wie schon in Kapitel B erwähnt, können neben den zwei wichtigsten Klimafaktoren, Temperatur und Feuchtigkeit, noch weitere Klimafaktoren wie Luftdruck, Luftverunreinigungen usw. als klimatische Materialbeanspruchung von Wichtigkeit sein. In vielen Fällen sind solche zusätzliche Klimafaktoren jedoch den beiden Hauptfaktoren in irgend einer Form zugeordnet, so dass hiedurch ein kombiniertes Codesystem ermöglicht wird, ohne zusätzliche Codeziffern oder Umschreibungen notwendig zu machen. Zum Beispiel ist anzunehmen, dass ein Material der Gruppe XX4 (X = beliebiger Wert für die maximale und minimale Temperatur, 4 = Feuchtigkeitsprüfung während 84 Tagen), das somit eine sehr gute Feuchtigkeitsbeständigkeit aufweisen muss, entsprechend seiner primären Eigenschaft in Klimata eingesetzt wird, wo dauernd oder über lange Zeitabschnitte mit einer hohen Luftfeuchtigkeit zu rechnen ist. In einem feuchten Klima tritt jedoch neben anderen Effekten zusätzlich erhöhte Korrosionsgefahr für metallische Teile auf; auch Schimmelpilze erhalten günstige Entwicklungs- und Wachstumbedingungen [4]. Es ergibt sich aus dieser Überlegung die logische Folgerung, dieses Material neben der Prüfung auf Feuchtigkeitsbeständigkeit auch einer Prüfung der Resistenz (Widerstandsfähigkeit) gegen die Bildung von Schimmelpilzen sowie einer beschleunigten Korrosionsprüfung (z. B. Prüfung in der Salznebelkammer) zu unterwerfen. Entsprechend der Publikation Nr. 68 der CEI [3] ist nun aber die Prüfung in der Salznebelkammer mit einer Salzlösung durchzuführen, welche einer durchschnittlichen Meersalzzusammensetzung entspricht und dementsprechend hygroskopische Salze (Magnesiumchlorid, Kalziumchlorid) enthält. Lagern sich solche Salze z. B. auf Isolierstoffen über Kriechstrecken zwischen spannungführenden Metallteilen verschiedenen elektrischen Potentials ab, kann die Kriechstromfestigkeit insbesondere durch diese hygroskopischen Salze stark reduziert werden, was sich durch eine der Salznebelprüfung nachfolgende Spannungsprüfung leicht feststellen lässt. Eine solche Kombination der Prüfungen erlaubt, dass ein Material der Gruppe XX4, welches die entsprechenden Prüfungen anstandslos bestanden hat, als weitgehend feuchtigkeitsbeständig, korrosionsfest, widerstandsfähig gegen Schimmelpilze und in einem gewissen Bereich unempfindlich gegen hygroskopische Fremdstoffablagerungen über Kriechstrekken bezeichnet werden kann. Dadurch wird die grösstmögliche Gewähr der Bewährung dieses Materials in feuchten Räumen, auf salzhaltigen Meeren oder an Meeresküsten (maritimes Klima), in sumpfigen Gegenden, in feuchter Industrieatmosphäre usw. gegeben.

Ein anderes Beispiel einer Kombinationsmöglichkeit besteht zwischen extremen Tieftemperaturen und reduziertem Luftdruck; diese Kombination lässt sich jedoch nur auf bestimmte Materialtypen anwenden wie z. B. auf Bauelemente und gewisse Apparate der Elektronik. Mit grosser Wahrscheinlichkeit kann man annehmen, dass die überwiegende Anzahl der für eine extreme Tieftemperaturbeständigkeit von z. B. —55 °C oder —65 °C (Gruppe 4XX oder 3XX) gebauten und bezeichneten Bauelemente in der Militäraviatik Verwendung findet. Es ist deshalb zweckmässig, solche Bauelemente gleichzeitig auf ihre Eignung unter stark reduziertem Luftdruck (z. B. Spannungsfestigkeit und Erwärmung bei 64 mm Hg) zu prüfen. Bauelemente für eine Tieftemperaturbeständigkeit von nur noch —40 °C (Gruppe 5XX) werden entsprechend derselben Logik bei weniger stark reduziertem Luftdruck (225 mm Hg) geprüft und sind dadurch nur noch für die Zivilaviatik oder dergleichen oder für die Verwendung im Hochgebirge (über 1000 m ü. M.) geeignet. Für die bodengebundene Anwendung solchen Materials in der arktischen Zone ist allerdings die Forderung auf Prüfung unter reduziertem Luftdruck unnötig, da jedoch der mengenmässige Bedarf für solche Verwendung gegenüber dem Bedarf der Militär- und Zivilaviatik heute noch weit zurücksteht, lässt sich die Zweckmässigkeit der geschilderten Kombination für den Grossteil von Bauelementen der Elektronik ohne weiteres wirtschaftlich vertreten. Sollte die technische Erschliessung der Arktis rascher als erwartet fortschreiten, müsste diese spezielle Kombination natürlich revidiert werden.

Während das grundsätzliche Codesystem ohne grosse Schwierigkeiten auf Materialien angewendet werden kann, für welche noch keine besonderen nationalen oder internationalen Regeln oder Vorschriften bestehen, benötigt das kombinierte System vollständig überarbeitete Spezifikationen, ansonst sich der Nichtspezialist in diesen Zusammenhängen nicht mehr zurechtfinden kann. Liegen jedoch ausgearbeitete Materialspezifikationen vor, lässt sich an Hand von Übersichtstabellen der ganze Aufbau des Prüfsystems leicht erkennen. Tabelle III zeigt als Beispiel das Prüfprogramm für Papierkondensatoren entsprechend der Publikation Nr. 80 der CEI [2] für einige typische Gruppen der Klimabeständigkeit.

Beispiel eines kompletten Prüfprogrammes (Gleichspannungs-Papierkondensatoren)
(Die Prüfungen müssen in der gegebenen Reihenfolge ausgeführt werden)

Tabelle III

Prüfungen	Klimagruppe (Codenummer)						
	454	455	456	556	654	665	777
Allgemeine elektrische Prüfung mit allen Kondensatoren (total 30 Stück)	x	x	x	x	x	x	x
1. Prüfgruppe (1/3 = 10 Stk.)							
Mechanische Prüfung	x	x	x	x	x	x	x
Temperatur-Wechselbeständigkeit	x	x	x	x	—	—	—
Mechanische Erschütterungen	x	x	x	x	x	x	x
Dichtheitsprüfung	x	x	x	x	x	x	x
Wärmeprüfung	x	x	x	x	x	x	x
Beschleunigte Feuchtigkeitsprüfung, 1. Zyklus	x	x	—	—	x	x	—
Kälteprüfung	x	x	x	x	x	x	x
Reduzierter Luftdruck	x	x	x	x	—	—	—
Beschleunigte Feuchtigkeitsprüfung, restliche Zyklen	x	x	—	—	x	x	—
Schimmelpilzprüfung	x	—	—	—	x	—	—
Salznebelprüfung	x	—	—	—	x	—	—
2. Prüfgruppe (1/3 = 10 Stk.)							
Feuchtigkeitsprüfung	x	x	x	x	x	x	x
3. Prüfgruppe (1/3 = 10 Stk.)							
Lebensdauerprüfung	x	x	x	x	x	x	x

Die in der Tabelle III angegebenen Prüfungen werden natürlich in ihrer Strenge (Temperatur, Zeitdauer usw.) immer dem zur Codenummer korrespondierenden Strengegrad der Prüfanforderung angepasst (siehe auch Tabelle I). So erfolgt z. B. die Lebensdauerprüfung in der 3. Prüfgruppe der gemäss Tabelle III zu prüfenden Kondensatoren generell während 250 h bei einer der Klimagruppe angepassten Prüfspannung und Prüftemperatur; z. B. werden Kondensatoren mit einem Energieinhalt von weniger als 0,5 J und einer Nennspannung von 1000 V_ der Klimagruppe X5X bei + 85 °C mit der 1,4fachen Nennspannung, Kondensatoren der Klimagruppe X6X bei + 70 °C mit der 1,8-fachen Nennspannung und Kondensatoren der Klimagruppe X7X bei + 55 °C mit der 2,0fachen Nennspannung geprüft. Die Prüfspannung muss in diesem Falle der Prüftemperatur angepasst werden, um immer mit dem gleichen Sicherheitsgrad prüfen zu können, da bekanntlich die dielektrische Ermüdung mit zunehmender Temperatur ansteigt. Auf diese Art wird für sämtliche Kondensatoren unabhängig von der für die einzelnen Typen maximal zulässigen Temperatur eine Lebensdauerprüfung mit konstanter dielektrischer Belastung und mit untereinander vergleichbaren Prüfresultaten geschaffen, wobei jedoch die unterschiedlichen zulässigen Klimabeanspruchungen voll berücksichtigt sind. Mit anderen Worten: Die *Betriebssicherheit* eines Materials ist von der ihm zugeordneten Klimagruppe unabhängig (sofern es immer innerhalb des zulässigen Klimabereiches verwendet wird), dagegen kann die *Qualität* des Materials mit zunehmender Verschärfung der Prüfanforderungen höher bewertet werden. Dass jede Zunahme der Qualitätsanforderungen zu höheren Gestehungs- und Verkaufspreisen führt, ist selbstverständlich.

Es wird natürlich immer besondere Fälle geben, bei welchen sich nicht alle möglicherweise auftretenden Klimafaktoren den beiden Hauptfaktoren Temperatur und Luftfeuchtigkeit direkt zuordnen lassen. In solchen Fällen könnte z. B. eine Erweiterung des 3ziffrigen Codesystems mit zusätzlichen Ziffern in Frage kommen, was jedoch bisher von der CEI als unzweckmässig und zu Verwirrungen führend abgelehnt wurde. Treten solche Fälle auf, kann der Fabrikant diese zusätzlichen Garantiedaten neben der Klima-Codeziffer auf den Katalogblättern oder evtl. auch auf der Verpakkung aufführen, so dass hiedurch die Situation für den Abnehmer wieder vollständig klar wird. Grundbedingung ist jedoch wiederum, dass diese zusätzlichen Garantien auf genormten und allgemein bekannten Prüfbedingungen basieren, wie sie in der Publikation Nr. 68 der CEI zusammengestellt sind.

D. Die zweckmässige Auswahl der Klimagruppen

Bei Betrachtung der Tabelle I wird leicht der Eindruck erweckt, dass durch vorliegendes Codesystem eine Unzahl verschiedener Varianten möglich ist; die Industrie möchte jedoch berechtigterweise aus Gründen der Rationalisierung die Anzahl verschiedener Typen auf ein Minimum beschränken. Durch einfache Überlegungen, welche allerdings einige Spezialkenntnisse der Klimatologie und Technologie voraussetzen, lassen sich — wie wir sehen werden — sofort einige Kombinationen als sinnlos oder unzweckmässig eliminieren. Am Beispiel von Kohlewiderständen lässt sich dies besonders deutlich illustrieren:

Die Tieftemperaturbeständigkeit bereitet bei solchen Bauelementen überhaupt keine Schwierigkeit; somit kann man sämtliche Kohlewiderstände zum vornherein in die Klimagruppe 4XX für die minimale praktisch in Frage kommende Temperatur von — 55 °C einreihen und braucht die übrigen Minimaltemperaturen nicht mehr zu berücksichtigen. Weiterhin können für sogenannte Kohle-Schichtwiderstände (Präzisionswiderstände mit einer auf ein Keramikrohr aufgedampften Kohleschicht) von praktisch sämtlichen Fabrikanten eine maximale Betriebstemperatur von + 125 °C und von einigen Fabrikanten durch Verwendung spezieller Schutzlacke sogar + 155 °C garantiert werden. Somit erscheint es zweckmässig, für diese beiden oberen Temperaturen zwei verschiedene Klimagruppen 43X (— 55... + 125 °C) und 42X (— 55... + 155 °C) vorzusehen. Nach Angabe der Fabrikanten bereitet die Feuchtigkeitsprüfung während 28 Tagen bei 35 °C und zwischen 95...100 % relativer Feuchtigkeit keinerlei Schwierigkeiten, dagegen sind zur Erfüllung der Prüfung während 84 Tagen besondere Schutzmassnahmen (verbesserte Oberflächenbehandlung der Metallteile, zusätzlicher Lackanstrich usw.) notwendig. Es ist also notwendig, für die Feuchtigkeitsbeständigkeit wiederum zwei Klimagruppen XX5 und XX4

vorzusehen. Damit erhalten wir für derartige Kohle-Schichtwiderstände nur folgende 4 Klimagruppen 424, 425, 434 und 435, welche zur Deckung der überwiegenden Anzahl Ansprüche ausreichen und den Fabrikanten eine rationelle Fabrikation gestatten. Zudem ist natürlich kein Fabrikant gezwungen, sämtliche 4 Typen in sein Fabrikationsprogramm aufzunehmen, sondern kann — wenn es ihm zweckmässig erscheint — sich auf eine beschränkte Anzahl der gängigsten Typen oder sogar auf nur einen einzigen Typ einstellen und die Fabrikation der übrigen Typen einer anderen Firma überlassen. In ähnlicher Weise, wenn auch nicht immer so einfach, lassen sich die Klimagruppen auch für andere Materialien zusammenstellen.

E. Zusammenfassung

Das durch das Comité d'Etudes Nr. 40 der CEI geschaffene System zur Kennzeichnung der Klimafestigkeit elektrischer Materialien (insbesondere Bauelemente der Elektronik) durch Verwendung eines 3ziffrigen Codes gestattet dem Abnehmer eines Materials, die Qualität der Klimabeständigkeit zu beurteilen und zwischen Lieferanten verschiedener Länder in qualitativer Hinsicht Vergleiche zu ziehen. Das Grundsystem der Kennzeichnung kann ohne grosse Schwierigkeiten auch auf Materialien angewendet werden, für welche noch keine speziellen Regeln oder Vorschriften bestehen, sofern die Fabrikanten die den Prüfungen zu Grunde gelegten mechanischen oder elektrischen Wertgrenzen in den Katalogen oder dergleichen angeben. Das kombinierte System hingegen, das ein Maximum an Informationen über die Qualität des Materials bietet, muss wegen der Vielfalt seiner Interpretationsmöglichkeiten auf fertig ausgearbeitete Regeln oder Vorschriften beschränkt bleiben.

Der hohe Wert des geschaffenen Systems liegt in der Verkopplung zwischen Garantiedaten, international genormten Prüfmethoden und Prüfanforderungen. Es ist zu hoffen, dass hiedurch die vom Kunden nicht überblickbare Individualität der Materialbezeichnung und der -prüfung langsam ein Ende nimmt; so sollte die für unzählige Materialien verwendete Bezeichnung «tropenfest» oder dergleichen aus den Materialprospekten und Inseraten verschwinden oder zum mindesten durch die konkreten auf genormten Prüfmethoden basierenden Daten der Klimafestigkeit ergänzt werden.

Das Prüfsystem ist so aufgebaut, dass die Betriebssicherheit des Materials, sofern es klimatisch nicht überbeansprucht wird, annähernd konstant und von den Garantiedaten der Klimafestigkeit unabhängig bleibt. Wird hingegen eine Verbesserung der Betriebssicherheit gewünscht, so sind andere, hier nicht näher zur Diskussion stehende Massnahmen zu ergreifen wie z. B. Überdimensionierung der verwendeten Materialien gegenüber den vorgesehenen Belastungen.

Gegen die Verwendung eines Codesystems könnte der Einwand erhoben werden, dass zur Entschlüsselung des Codes ein Schlüssel konsultiert werden muss, welcher nicht immer sofort greifbar ist. Es wurde bereits an verschiedenen Stellen von führenden Persönlichkeiten der Industrie gefordert, eine Kurzbezeichnung sei derart auszuführen, dass sie ohne Schlüssel gelesen werden kann. Wegen der ausserordentlichen Komplexität der mit vorliegendem Code verbundenen Anforderungen lässt sich dieser Wunsch praktisch jedoch kaum realisieren. Zudem besteht die Forderung, dass die Kurzbezeichnung auf das Material neben den sonstigen Daten aufgedruckt wird, was insbesondere bei Miniaturbauelementen schon bei vorliegendem Code zum Teil erhebliche Schwierigkeiten bereiten dürfte.

Literatur

[1] *Ganz, E.* und *K. Michel:* Die Berücksichtigung klimatischer Einflüsse bei der Planung und Konstruktion elektronischer Geräte. Bull. SEV Bd. 47(1956), Nr. 10, S. 441...458.

[2] *Commission Electrotechnique Internationale:* Spécification pour condensateurs au papier pour courant continu. Publ. Nr. 80, 1956. Genève: Bureau Central de la CEI 1956.

[3] *Commission Electrotechnique Internationale:* Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique des pièces détachées. Publ. Nr. 68, 1954. Genève: Bureau Central de la CEI 1954.

[4] *Ganz, E.* und *O. Wälchli:* Schimmelpilze in elektronischen Apparaten. Bull SEV Bd. 46(1955), Nr. 6, S. 233...239.

Adresse des Autors:
E. Ganz, Physikalisches Laboratorium der A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden (AG).

Darstellung der Stoßspannungsversuche im Deutschen Museum in München

Von *H. Heindl*, München

069.2(43-2.6) : 621.317.333.82

Als Abschluss der bisherigen Veröffentlichungen über die Ausgestaltung der Abteilung Starkstromtechnik im Deutschen Museum in München [1...20] [1]) wird nochmals über die Stossversuche der Hochspannungsanlage berichtet, wobei vor allem auf die Stoßspannungstechnik eingegangen wird, die für einen technisch reiferen Besucherkreis gedacht ist. Ausgehend von der für das Deutsche Museum entwickelten Demonstration von Stosswellen in der Zusammenarbeit zwischen einem Repetitionsstossgenerator und einem Kathodenstrahloszillographen werden nach einer kurzen Erläuterung des Messkreises die grundsätzlichen Oszillogramme der Stossversuche am Blitzmodell gezeigt.

Pour terminer la série de publications au sujet de l'aménagement de la Section de la technique du courant fort au Deutsches Museum de Munich [1...20] [1]), l'auteur fait à nouveau un exposé des essais de chocs de l'installation à haute tension, en considérant toutefois ceux des essais qui sont destinés à un public mieux au courant de la technique. Partant de la démonstration d'ondes de choc, mise au point pour le Deutsches Museum, au moyen d'un générateur de chocs répétés et d'un oscillographe cathodique, il décrit brièvement le circuit de mesure, puis présente les oscillogrammes typiques des essais de chocs avec la maquette servant à démontrer les effets de la foudre.

1. Allgemeines

Bei der Gestaltung des Vorführungsprogrammes der 1-MV-Stossanlage in der Abteilung Starkstromtechnik im Deutschen Museum wurde davon ausgegangen, sowohl einen grossen Personenkreis mit weniger technischer Vorbildung durch einfache und klare Versuche anzusprechen, als auch darüber

[1]) siehe Literaturverzeichnis am Schluss der Arbeit.