Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 13 (1922)
Heft: 1

Artikel: Betriebserfahrungen an Hängeisolatoren
Autor: Rosenthal, Ernst
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1058288

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: 22.08.2025

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

Differenz für die niedere Polzahl 72%, bei der Wicklung Fig. 14b etwa ebensoviel, bei Fig. 14a gar 88,5%. Einige Momente der MMK-Kurven hierzu sind in Fig. 17a, b und 18a, b dargestellt. Während bei Dahlander die MMK-Kurve symmetrisch ist, aber die Kurve selbst alle 30° aus einer Sattel- in eine spitze Form überspringt, gehen bei der anderen Wicklung die Kurvenformänderungen aus der Konstellation 18a (Plusteil spitz, Minusteil flach) in die Form 18b (umgekehrt wie vor) erst alle 60° vor sich; dafür ist aber der weitere Nachteil vorhanden, dass die MMKe auf die beiden Pole ungleich verteilt sind.

6. Schlussbemerkung.

Ich möchte meine Darlegungen nicht schliessen, ohne nochmals ausdrücklich auf den grossen Wert hinzuweisen, der den nach dem Vorstehenden in einfachster Weise als Durchflutungsdiagramme aufzuzeichnenden Görgesschen MMK-Diagrammen für die bequeme Beurteilung der Mehrphasenfelder innewohnt. Während eine gute Uebersicht über die von beliebigen Mehrphasenwicklungen erzeugten Feldformen und ihre Veränderung im Laufe der Rotation ohne dieses Hilfsmittel recht schwer und nur mühsam zu erlangen ist, liefert der Diagrammstern der Wicklung für den, der ihn zu lesen versteht, sofort und mühelos das völlig erschöpfende Bild des Drehfeldes in allen seinen Phasen und gibt damit die Möglichkeit, mit dem schwierigen Objekt Drehfeld ebenso bequem und sicher zu operieren, wie mit den einfachen Formen des stationären und stehenden Feldes.

Zusammenfassung.

Ausgehend vom (stationären) Gleichstromfelde und das (quasistationäre) Wechselfeld als Zwischenstufe benutzend, werden die Eigenschaften des Drehfeldes in Induktionsmaschinen besprochen und es wird in Gestalt des Durchflutungsdiagramms eine Erweiterung des Görgesschen MMK-Diagramms abgeleitet, welche die Eigenschaften beliebiger Ein- oder Mehrphasenwicklungen sofort abzulesen gestattet.

Betriebserfahrungen an Hängeisolatoren.

Von *Dr. Ing. Ernst Rosenthal,* Selb, Bayern.

In Nr. 10, 1921, des Bulletins des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins ist ein Artikel von J. F. Scheid, Margarethenhütte, erschienen, welcher die bisherigen Konstruktionen von Hänge-Isolatoren unvorteilhaft erscheinen lässt. Es sei daher erlaubt, einiges über die Erfahrungen, welche mit Hängeisolatoren gemacht sind, zu berichten; denn jeder Techniker wird von dem Standpunkt ausgehen, bewährte Konstruktionen nur dann zugunsten von unerprobten Konstruktionen aufzugeben, wenn dadurch eine Verbilligung oder eine Verbesserung erzielt wird. Zunächst wird in dem genannten Artikel der Hewlettisolator als weniger günstig bezeichnet mit der Begründung, dass die Durchschlagsfestigkeit niedriger sei, als bei Kappenisolatoren, dass die Eigenkapazität des Hewlettisolators gering sei und infolgedessen eine ungünstige Verteilung der Kettenspannung auf die einzelnen Glieder erfolge. Die erwähnten Nachteile des Hewlettisolators im Laboratorium sind unbestreitbar, aber ebenso unbestreitbar ist, dass sich die Hewlettisolatoren, überall wo sie eingebaut worden sind, einwandfrei bewährt haben.

Hewlettisolatoren sind in Deutschland bisher bis zu einer Betriebsspannung von 110000 Volt verwendet worden und unter einer Spannung von 60000 Volt schon 10 Jahre im Betrieb, ohne dass sich die geringsten Störungen an den Isolatoren eingestellt hätten. Der Hewlettisolator ist auch als bruchsicher anzusehen, weil beim Bruch des Isolators die Verbindungsseile sich fangen und die Leitung nicht herunter-

fällt. Dass die Lichtbogen in den Seilen stehen bleiben und hierdurch ein Abschmelzen der Seile verursachen, ist vollkommen unzutreffend. Lediglich ein einziger Fall ist bekannt, doch war bei diesem Fall der Isolator zur Herabsetzung seines Ueberschlagbogens mit vorstehenden Metallbügeln versehen und ausserdem direkt in der Nähe einer chemischen Fabrik mit aussergewöhnlichen atmosphärischen Verhältnissen eingebaut. Man hat infolgedessen diese Schutzbügel nicht wieder verwendet und hat in zwölfjähriger Betriebserfahrung nie etwas vom Durchschmelzen der Seile gehört. Was nun die günstige Feldverteilung des Hewlettisolators anbelangt, so ist es nicht zu bestreiten, dass das unterste Glied des Hewlettisolators verhältnismässig stark belastet wird, wenn auch die Zahlen, die von Scheid veröffentlicht werden, mit unseren Kurven und denjenigen die Prof. Schwaiger im Hochschullaboratorium in Karlsruhe aufgenommen hat, nicht übereinstimmen. Aus Fig. 1 ist zu ersehen, dass, wenn am untersten Element eine Leitungsklemme befestigt ist, das unterste Element lediglich mit 28 % und nicht mit 44 %, wie Scheid angibt, belastet ist. Es ist jedoch ohne weiteres möglich, die Spannungsverteilung bei Hewlettisolatoren noch weiter zu verbessern, wenn die Kapazität durch Anbringung von Metallbelegen verbessert wird. — In Fig. 2 ist die Spannungsverteilung an einer Hewlettisolatorenkette veranschaulicht, bei der die untersten drei Elemente mit Metallbelegen versehen waren. Hieraus geht hervor, dass sich bei Hewlettisolatoren die gleiche Spannungsverteilung erzielen lässt, wie bei Kugelkopfisolatoren. Es ist jedoch die Frage, ob eine derartige Verbesserung der Spannungsverteilung überhaupt einen Zweck hat, da die Durchschlagsfestigkeit von Hewlettisolatoren mindestens 80 000 Volt beträgt, das unterste Element jedoch bei betriebsmässiger Aufhängung bei einer Betriebsspannung von 100 000 Volt, also bei einer Kettenspannung von 57 000 Volt, nur etwa mit 17 000 Volt belastet wird, so dass fast eine fünffache Sicherheit auf Durchschlag vorhanden ist. Sollte jedoch das unterste Element durch irgendwelche Einflüsse stärker belastet werden, so wird durch eine Ionisierung der umgebenden Luftschichten die Spannungsverteilung sofort automatisch verbessert. Dazu kommt noch, dass bei Niederschlägen, Nebel oder feuchter Athmosphäre die Spannungsverteilung eine wesentlich andere ist, als bei den trocken im Laboratorium gemessenen Isolatoren; denn durch die Niederschläge und die Leitendmachung der Oberflächen wird sofort die Eigenkapazität der Isolatoren erhöht und eine fast gleichmässige Verteilung der Spannung auf die einzelnen Elemente erzielt.

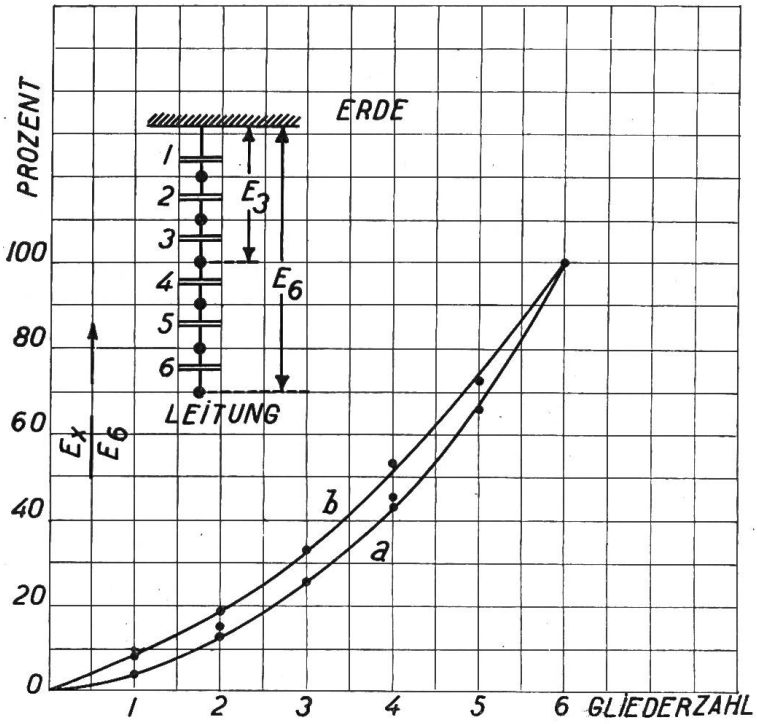

Fig. 1

Spannungsverteilnng an einer sechsgliedrigen Hewlett-Isolatorenkette ohne Metallbeleg.

Relative Feuchtigkeit 60 %, Barometerstand 753 mm.

Anordnung der Kette: An der Decke des Versuchsraumes (Aufhängehacken). Entfernung von der nächstliegenden Wand 1,60 m, Entfernung des untersten Gliedes vom Boden ca. 4 m. Kurve *b*: unterstes Glied mit normaler Leistungsklemme und eingelegter Leitung; Kurve *a*: unterstes Glied ohne Leistungsklemme, Zuführung der Spannung durch vertikal hängende, 4 m lange Kette (meridianebenes Feld).

Der Gedanke, dass man bei der Wahl von Isolatorenketten und bei der Bestimmung, wie viel Elemente man für die verschiedenen Betriebsspannungen zu

verwenden habe, von der Beanspruchung des untersten Elementes ausgehen könne, ist nicht zulässig und die Schlussfolgerung, dass man mit einer dreigliedrigen Kugelkopfkette genau so weit kommt, wie mit einer siebengliedrigen Hewlettkette, gemäss Behauptungen Scheids, ist irreführend, denn ein Kugelkopfisolator besitzt bei 3 mm Regen eine Ueberschlagsspannung von 100 000 Volt, während bei einer sieben gliedrigen Hewlettkette bei 175 000 Volt erst unvollkommene Teilüberschläge über die Einzelelemente bei Regen stattfinden. — Hieraus geht hervor, dass die verschiedenen Nachteile, die die Hewlettisolatoren im Laboratorium besitzen, für die Praxis ohne Bedeutung sind. Der Ingenieur, der bei der Wahl der Isolatoren lediglich von den Erfahrungen ausgeht sowie Praxis mit den einzelnen Typen hat, kann sich nicht im Zweifel befinden, bei allen Spannungen, bei denen Betriebserfahrungen vorliegen, den Hewlettisolator zu verwenden, da die Statistik, wenigstens soweit es sich um deutsches Fabrikat handelt, nicht eine nennenswerte Betriebsstörung oder Auswechslung von Isolatoren nachzuweisen imstande ist. Der einzig wirklich ins Gewicht fallende Nachteil bei Hewlettisolatoren ist die Schwierigkeit in der Herstellung, so dass die Leistungsfähigkeit der Industrie in diesen Isolatoren den Bedarf zeitweilig nicht decken konnte.

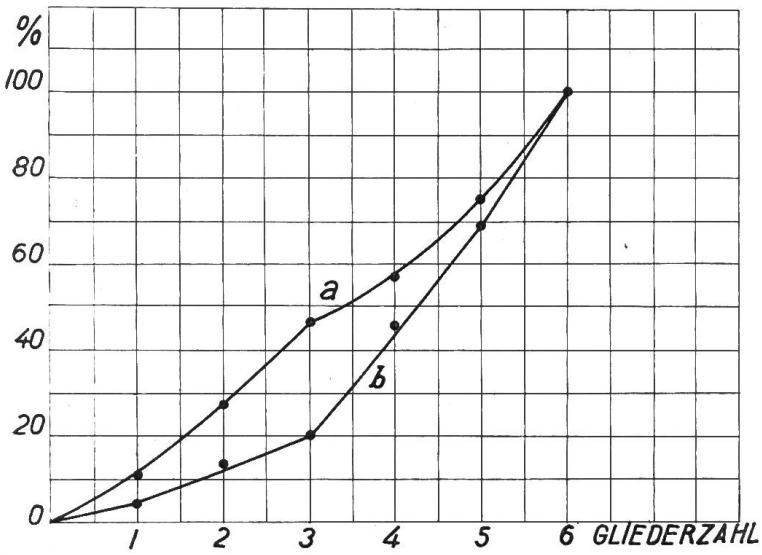

Fig. 2

Spannungsverteilung an einer sechsgliedrigen Hewlett-Isolatorenkette, gemischt aus Gliedern mit und ohne Metallbeleg.

Relative Feuchtigkeit 65 %, Barometerstand 756 mm.

Anordnung der Kette siehe Fig. 1.

Kurve *a*: Glied No. 1, 2, 3 ohne } Metallbeleg
„ „ 4, 5, 6 mit }

Kurve *b*: Glied No. 1, 2, 3 mit } Metallbeleg
„ „ 4, 5, 6 ohne }

Nun zu den Kappenisolatoren: Es ist Tatsache, dass in früherer Zeit an den Kappenisolatoren sehr umfangreiche Defekte entstanden sind, sowohl in Europa als auch in Amerika. In den Zeitschriften fast aller elektrotechnischen Vereinigungen, vor allem in der E. T. Z., in den Proceedings und dem Journal of the American Institute of Electrical Engineers ist wiederholt über die umfangreichen Defekte berichtet worden, welche bei Verwendung von Kappenisolatoren aufgetreten sind. Die Fehlerursachen waren in der allzustarren Verbindung zwischen Zement, Porzellan und Eisenarmaturen zu suchen. Jeder dieser drei Baustoffe hat eine andere Wärmedehnung,

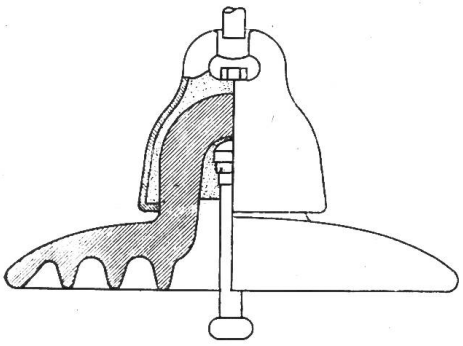

Fig. 3

Kappen-Isolator.

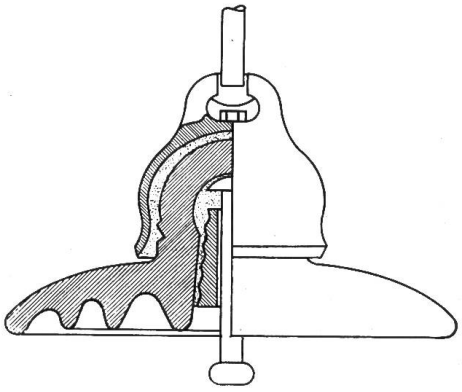

Fig. 4

Untra-Isolator.

so dass ein Bruch des spröden Porzellans unvermeidlich ist, wenn nicht durch die Konstruktion Vorsorge getroffen ist, dass sich die Armaturenteile frei ausdehnen können. Diese Erwägung hat zu einer Konstruktion geführt, welche in Fig. 3 veranschaulicht ist. Die Behauptung, dass die mechanische Festigkeit dieser Isolatoren lediglich 2500 bis 3000 kg betrage und bei elastisch verkitteten Isolatoren dieser Bauart nur 2000 kg erreicht würde, ist falsch, da die Festigkeit selbst bei elastischer Kittung mindestens 3000 kg beträgt, bei normaler Kittung jedoch zwischen 3000 bis 4000 kg. Ueberhaupt ist zu bemerken, dass in dem erwähnten Artikel von Scheid der sog. Kugelkopfisolator der Firma Schomburg nicht mit den entsprechend dimensionierten Kappenisolatoren nach Fig. 4 verglichen ist, sondern mit einem vollständig anders dimensionierten Isolator, nämlich dem in Deutschland normalisierten Isolator nach Fig. 3. Die sämtlichen mechanischen und elektrischen Eigenschaften, die Scheid seinem Isolator nachrühmt, sind nicht eine Funktion der inneren Befestigung der Armaturteile, sondern lediglich eine Funktion der äusseren Formgebung. Der Isolator der sog. Untratype nach Fig. 4 besitzt in elektrischer Hinsicht vollständig die Eigenschaften des Kugelkopfisolators. Der Isolator der sog. Untratype wurde erstmals im Jahre 1916 von der Porzellanfabrik Rosenthal für das Untrawerk der Stadt Stockholm geliefert und hat sich bis jetzt einwandfrei bewährt. – Die Metallteile sind derart eingekittet, dass sie sich bei Wärme frei ausdehnen können. Die mechanische Festigkeit beträgt trotzdem 5000 bis 6000 kg, so dass sie der Festigkeit des sog. Kugelkopfisolators, welche mit 5000 kg angegeben wird, überlegen ist. Die Durchschlagsfestigkeiten, die von Scheid angegeben werden, entsprechen nicht den bei der Porzellanfabrik Rosenthal gemessenen Werten, da die Durchschlagsfestigkeit des gewöhnlichen Kappenisolators 140000 bis 170000 Volt beträgt. – Zwischen der Durchschlagsfestigkeit der Untratype und der Kugelkopftype besteht selbstverständlich nicht der geringste Unterschied. Sie beträgt im Mittel ebenfalls 140000 bis 170000 Volt.

Was nun die Ueberschlagsspannung anbelangt, so ist dieselbe lediglich von der Ausbildung des Porzellantellers abhängig, also vom Durchmesser des Porzellantellers, falls die Metallarmaturen nicht erheblich abnorme Spitzen oder Ausladungen besitzen sollten, die den Ueberschlagsweg verringern, wie Fig. 6 im Artikel von Scheid, Bulletin Nr. 10, 1921, Seite 288 bei den Schomburgisolatoren. – Es ist demzufolge klar, dass die Ueberschlagsspannung des Kappenisolators der Untratype und des Kugelkopfisolators bei gleichem Durchmesser der Porzellanteller sowohl bei Regen als auch im trockenen Zustande völlig gleich sein müssen.

Die Bestimmung der Anzahl der Elemente, welche für eine bestimmte Spannung zu einer Kette genommen werden müssen, kann ausschliesslich die Ueberschlagsspannung der Ketten unter ungünstigen atmosphärischen Verhältnissen massgebend sein. – Bei allen Hängeisolatoren, mit Ausnahme der Hewlettisolatoren kann selbst bei den amerikanischen Isolatoren mit einer Durchschlagsfestigkeit von mindestens 130000 Volt gerechnet werden. – Selbst bei Spannungen über 150000 Volt, die heute noch nicht zur Diskussion stehen, ist der Spannungsanteil, welcher bei betriebsmässiger Aufhängung auf das einzelne Element entfällt, so gering, dass auch für das unterste Element mit einer vielfachen Sicherheit gerechnet werden kann. Bei einer Betriebsspannung von beispielsweise 100000 Volt, entsprechend 57000 Volt Kettenspannung, würden auf das unterste Element unter den ungünstigsten Verhältnissen bei einer siebengliedrigen Kappenisolatorenkette etwa 17000 Volt kommen, so dass dasselbe eine achtfache Sicherheit gegen Durchschlag besitzen würde. – Es ist also nicht zutreffend, wenn von Scheid oder auch von einzelnen amerikanischen Firmen behauptet wird, man könne durch Erhöhung der Durchschlagsfestigkeit (Jeffery Dewitt) oder durch eine Verminderung des auf das unterste Element entfallenden Spannungsanteils durch Erhöhung der Kapazität (Scheid) die Zahl der zu einer Kette notwendigen Glieder verringern. Auch bei schlechtem Porzellan und ausgesprochener ungünstiger Spannungsverteilung ist noch eine vielfache Sicherheit des einzelnen Elementes vorhanden, wenn die Ketten eine solche Anzahl von

Elementen besitzen, dass sie bei Nebel einen Ueberschlag über die Kette verhindern sollen. Die Fehler, die an Hängeisolatoren bis jetzt aufgetreten sind, sind bisher lediglich durch eine unsachgemässe Konstruktion der Armaturteile resp. unsachgemässe Zusammenkittung dieser Armaturenteile verursacht worden. Durchschläge der untersten Elemente bei einwandfreien Isolatoren sind nicht festgestellt. Demzufolge besitzt alles, was von Scheid über die Spannungsverteilung an Kappenisolatoren gesagt worden ist, lediglich theoretisches Interesse; praktische Bedeutung besitzt diese Spannungsverteilung zum mindesten bis zu Spannungen von etwa 150 000 Volt nicht. Es sei daher nur der Vollständigkeit wegen gesagt, dass die Spannungsverteilung, die Scheid an dem Kugelkopfisolator misst, durchaus nicht etwa eine Folge der kittlosen Befestigung des Bolzens oder der Kappe ist, sondern eine Funktion der Grösse der Armaturenteile im Verhältnis zu der Grösse und Dicke des zwischen diesen Armaturenteilen liegenden Porzellanscherbens. Je grösser die Oberfläche der Armaturenteile im Verhältnis zu der Grösse des dazwischen liegenden Porzellanscherbens ist, desto grösser ist die Kapazität des Elementes. — Demzufolge ist es klar, dass die Kapazität und somit auch die Spannungsverteilung bei der Untratype die gleiche ist, wie bei den Schomburgschen Kugelkopftypen, dass sich diese Spannungsverteilung jedoch wesentlich verbessern lässt durch eine Abstufung der Kapazität der einzelnen Elemente wie die Schaulinie Fig. 5 veranschaulicht. Es ist sogar bei betriebsmässiger Aufhängung der Ketten und Hängeklemmen und entsprechender Abstufung der Kapazität und bei normalen Kappenisolatoren eine fast lineare Spannungsverteilung auf die einzelnen Elemente zu erzielen. Es wurde bereits erwähnt, dass dies jedoch für die Praxis ganz belanglos ist, infolgedessen jede Mehrausgabe für eine derartige Abstufung zwecklos ist. —

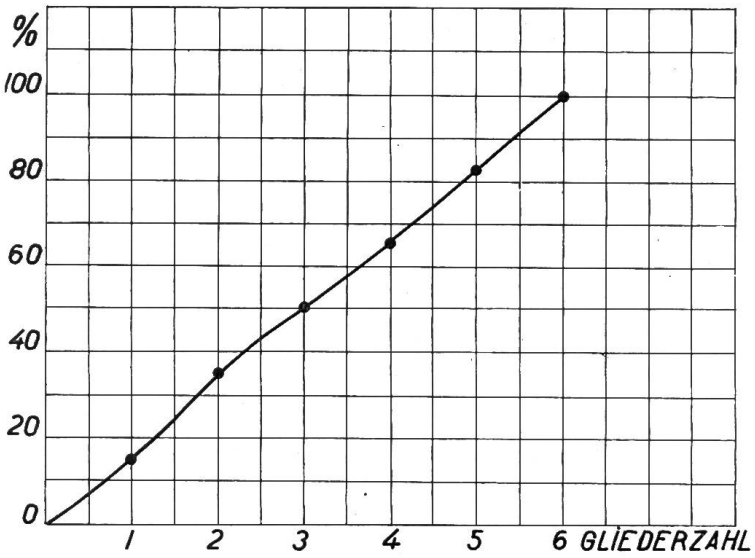

Fig. 5

Spannungsverteilung an einer sechsgliedrigen Kappen-Isolatorenkette, abgestufte Hängekette.

Relative Feuchtigkeit 50%, Barometerstand 755 mm.

Anordnung der Kette und Bedeutung der Kurve siehe Fig. 1.

Zusammenfassend sei in bezug auf die Kappenisolatoren gesagt, dass diese Isolatoren, wenn sie richtig konstruiert sind, heute als absolut betriebsicher anzusehen sind. Kappenisolatoren nach Fig. 1 sind nunmehr 8 Jahre im Betrieb, ohne zu irgendwelchen Klagen Veranlassung gegeben zu haben.

Wenn auf besonders hohe Zugfestigkeit und besondere elektrische Eigenschaften Wert gelegt wird, ist der Isolator der sog. Untratype zu empfehlen, bei welchem günstige Betriebserfahrungen von 6 Jahren zu verzeichnen sind. — Der von Scheid geschilderte Isolator hat elelektrisch die gleichen Eigenschaften wie die Untratype, in mechanischer Hinsicht ist er ihr jedoch nicht ebenbürtig und es bleibt eine offene Frage, ob man eine einfache, bewährte Konstruktion zugunsten einer noch nicht erprobten, dafür aber komplizierteren verlassen will.