

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 85/86 (1925)
Heft: 3

Inhaltsverzeichnis

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 01.04.2025

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

INHALT: Die Vorausberechnung der elektrischen Durchbruchspannung für feste Isolierstoffe. — Die projektierten Kraftwerke Oberhasli der B.K.W. — Wettbewerb Aargauische Gewerbe-Ausstellung Baden 1925. — † Edmond Imer-Schneider. — Miscellanea: Schwere Blechbalkenbrücke. Ausfuhr elektrischer Energie. Normalisierung der Papierformate. Erweiterung des Strassburger Hafens. Société des Ingénieurs civils

de France. Die Dampfkessel-Explosionen in Deutschland im Jahre 1923. Künstlicher Marmor. Gebäude für das Internationale Arbeitsamt in Genf. Elektrifikation der Schweizerischen Bundesbahnen. — Preisausschreiben: Stossdämpfungs-Vorrichtungen für Automobile. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Section de Genève de la S. I. A.

Band 85.

Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 3

Die Vorausberechnung der elektrischen Durchbruchspannung für feste Isolierstoffe.

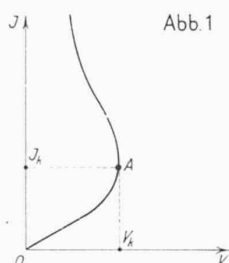
Von Prof. Dr. W. KUMMER, Ingenieur, Zürich.

In einem kurzen Aufsatz: „Die Bruchgefahr bei mechanischer und bei elektrischer Beanspruchung fester Körper“, auf Seite 253 von Band 82 (am 17. Nov. 1923) der „Schweiz. Bauzeitung“ haben wir darauf hingewiesen, dass sich auf elektrischem Gebiete aus Beanspruchungsproben im einaxigen Zustand in der Regel eindeutige Sicherheitszahlen ergeben, die auch zur Beurteilung des zweiachsigen Spannungszustandes verwendbar sind, während auf mechanischem Gebiete im allgemeinen alle nicht mehr einachsigen Spannungszustände durch besondere, diesen Zuständen angepasste Proben erst abgeklärt werden müssen, bevor zuverlässige Sicherheitszahlen aufgestellt und benutzt werden können. Im vorliegenden Aufsatz soll nun von Methoden der Vorausberechnung der elektrischen Durchbruchspannung die Rede sein, die sich auf die Verwendung allgemein bekannter physikalischer Zustandsänderungen stützen, damit gewissermassen den Vorgang der Durchbrucherscheinung physikalisch „erklären“ und der Vornahme von Beanspruchungsproben nicht mehr eine grundlegende, sondern nur mehr eine kontrollierende Bedeutung zuweisen. Die bezüglichen Methoden befinden sich in den Forschungsarbeiten von K. W. Wagner, Berlin¹⁾ und von H. Schait, Zürich²⁾, die wir in unserem obgenannten Aufsatz bereits erwähnt, dargelegt; wir hatten aber in unserem Aufsatz diese Methoden noch unberücksichtigt gelassen, weil sie mit der Tendenz des Aufsatzes ohne unmittelbaren Zusammenhang waren. Seither haben nun die diesen Methoden zu Grunde liegenden Gedanken Arbeiten weiterer Fachleute hervorgerufen, sodass wir mit der Bekanntgabe dieser Methoden an unsere Leser nicht länger zögern wollen.

Diesen Methoden liegt die gemeinsame Idee zu Grunde, dass der elektrische Durchschlag als Erwärmungsproblem aufgefasst werden dürfe, wobei als Wärmequellen die im elektrischen Feld im Isolator-Innern hervorgerufenen Verluste in Betracht fallen; das Unterscheidende der zwei Methoden liegt darin, dass nach Wagner die Unhomogenität des Materials in einer betrachteten dünnen Schicht lokale übermässige Erhitzungen und daher die verhängnisvolle Vergrösserung des Verluststroms bewirkt, während nach H. Schait die praktisch homogene Schicht bei übermässiger Produktion von Verlustwärme, insbesondere durch einen Vorgang der Karbonisierung, im Falle des Vorliegens von Isolierpapier oder ähnlichen Substanzen, gleichmässig die verhängnisvolle Vergrösserung des Verluststromes erleidet. Vor kurzem ist die zweite dieser beiden Auffassungen sowohl von W. Rogowski³⁾ als auch von L. Dreyfus⁴⁾ benutzt worden, um in grundsätzlich gleicher Weise, wie es in der Arbeit von H. Schait geschehen ist, zu einer Vorausberechnung der elektrischen Durchbruchspannung fester Isolatoren zu gelangen; gleichzeitig lehnen sowohl Rogowski als auch Dreyfus die von Wagner vertretene Auffassung ab. Im folgenden sollen nun die beiden Auffassungen, die man einerseits als die „lokale Erwärmungshypothese“

(Dreyfus nennt sie die „Kanaltheorie“), andererseits als die „gleichmässige Erwärmungshypothese“ (im Gegensatz zur „Kanaltheorie“ darf man sie auch als „Homogenschichttheorie“ bezeichnen) unterscheiden kann, näher betrachtet werden.

Die Wahrnehmung, dass bei vielen Durchschlagsversuchen das Material vor dem Eintritt des Durchschlags an einzelnen Stellen stärker erwärmt erscheint, als an andern Stellen, bildet die Grundlage der von K. W. Wagner vertretenen Hypothese einer nur lokal auftretenden massgebenden Erwärmung. Mit einer besonders ausgebildeten Versuchsanordnung hat er an ebenen Probepfättchen von nur einigen hundertstel Millimeter Dicke für verschiedene Isolierstoffe den zahlenmässigen Zusammenhang der den Isolierstoff beanspruchenden Spannung V und der dabei durch den Isolierstoff hindurchgehenden Verluststromstärke J experimentell bis über den Durchschlagspunkt A hinaus ermittelt und dabei Kurvenbilder nach Art der in Abb. 1



aufgezeichneten erhalten. Analytisch ist die „Kennlinie“ als Funktion: $f(V, J) = 0$

darstellbar und muss nun der Vorausberechnung zugänglich sein, zum Zwecke des Erhalts der gesuchten Durchbruchspannung V_k im Punkte A. Die schwächste, schliesslich zuerst durchbrechende Stelle des Isolierplättchens wird von Wagner als fadenförmiger Leiter, mit einer Länge gleich der Plattendicke, und

mit einem unbestimmten, nicht weiter interessierenden Querschnitt aufgefasst. Der in diesem Faden auftretende Effektverlust wird $V \cdot J$ gleichgesetzt und muss im stationären Zustande als Wärme von den Nachbarfäden aufgenommen werden können, sofern nicht eine unzulässige Steigerung der Temperatur t dieses Fadens erfolgen soll; bedeutet $f_1(t)$ die vom Faden abgegebene Wärme, so gilt:

$$V \cdot J = f_1(t).$$

Da mit dem Steigen der Temperatur t der elektrische Widerstand $R = \frac{V}{J}$ des Fadens abnimmt, wofür die Beziehung:

$$\frac{V}{J} = f_2(t)$$

gesetzt werden kann, besteht nun die Möglichkeit, durch Elimination von t aus den Funktionen f_1 und f_2 , die Funktion F der „Kennlinie“ und damit die Durchbruchspannung V_k a priori zu berechnen. Wagner hat diese Rechnungen für zwei verschiedene Ansätze für f_1 und drei verschiedene Ansätze für f_2 formal, d. h. algebraisch, ohne Zahlenbeispiele, durchgeführt und dabei stets die mit den Experimenten übereinstimmende Proportionalität von Durchbruchspannung und Plattendicke ermittelt. Er zieht aus seiner Arbeit die Schlüsse, dass seine Auffassung es ermögliche, „die verwirrende Fülle der Durchschlags-Erscheinungen an festen Isolatoren unter einem einheitlichen Bilde zusammenzufassen“, und dass dadurch der Vorgang des elektrischen Durchschlags „der quantitativen Behandlung zugänglich gemacht“ sei. Wir finden diese, von Rogowski und von Dreyfus allgemein abgelehnten Schlüsse für dünnste Schichten von Isolierstoffen, für die wir sie als experimentell hinreichend begründet glauben, während wir sie für dicke Isolationen ebenfalls ablehnen.

Für dicke Isolationen hat H. Schait in seiner, auf unsere Veranlassung durchgeführten, Forschungsarbeit eine Methode der Vorausberechnung der elektrischen Durchbruchspannung angegeben, die, wie schon erwähnt, auf der Hypothese einer gleichmässigen Isolationserwärmung fusst,

¹⁾ Vergl. Seite 438 des Sitzungsberichts der Berliner «Akademie» vom 16. November 1922, sowie Seite 1034 des Dezember-Hefes 1922 des «Journal A. I. E. E.».

²⁾ Vergl. Seite 619 des November-Hefes 1923 des «Bulletin des S. E. V.», sowie Dissertation Nr. 333 der E. T. H., Zürich.

³⁾ Vergl. Seite 153 von Bd. XIII (31. Mai 1924) des «Archiv für Elektrotechnik».

⁴⁾ Vergl. Seite 321 (Juli 1924) sowie Seite 577 (Dez. 1924) von Band XV des «Bulletin des S. E. V.»