

Aus der Industrie der elektrischen Isolierstoffe.

Von Dr. BÜLTEMANN, Dresden.

(Vortrag, gehalten am 1. Nov. 1921 in der Aula der Technischen Hochschule zu Dresden auf Veranlassung des Reichsbundes Deutscher Technik.)

(Schluß von Seite 568.)

Im folgenden soll als Beispiel über eine Untersuchung berichtet werden, welche vom chemischen Standpunkt aus wichtige isoliertechnische Fragen ungelöst läßt.

In den Kabeln zur Übertragung elektrischer Energie tritt Joulesche Wärme auf, die Kupferleiter erhitzen sich auf beträchtliche Werte, die 90° und noch weit mehr ausmachen können. Besonders wenn infolge Zunahme des Stromverbrauchs eine Überlastung des Kabels eintritt, steigt die Erwärmung schnell an. Es ist die Überlastung in der Praxis infolge Erweiterung der angeschlossenen Werke sehr oft der Fall. Die Papierisolation der Kabel hält der dauernden Erwärmung und elektrischen Beanspruchung nicht in gewünschter Weise stand.

Hierüber liegen eine ganze Menge Untersuchungen vor, unter anderm ist erst kürzlich von den Amerikanern H. W. Fisher und R. W. Atkinson⁷⁾, Kabeltechnikern der Standard Underground Cable Co., in einer sehr sorgfältig vorgenommenen und umfangreichen Arbeit berichtet.

Diese Untersuchung hat zum Ziel, eine möglichst lange Lebensdauer der Kabelisolation zu gewährleisten. Die Verfasser kommen zu dem Ergebnis, daß der Wassergehalt in dem mit Petrolrückständen imprägnierten Papier eine große Rolle spielt, und die mechanischen Eigenschaften und dementsprechend der elektrische Isolierwert von der Feuchtigkeit des Papiers abhängt, fast gar nicht dagegen von der Imprägnierung. Als beachtenswertes Resultat stellt sich heraus, daß selbst bei niedrigen Temperaturen bereits die Papierisolation mit der Zeit merklich nachläßt, und zwar prozentual in gleichem Maße wie bei der Einwirkung höherer Temperaturen.

Die bei der Erwärmung sich ergebenden Verschlechterungskurven,

betreffende Kabel N ist entweder höchstens 2½ Stunden pro Tag mit 90° und die übrige Zeit möglichst niedrig zu belasten, oder 5 Stunden pro Tag mit 85° und entsprechend wie vorher, oder ½ Stunde pro Tag mit 100° usw., um die Papierisolation den durch die angestellten Versuche gefundenen Ergebnissen entsprechend auszuwerten und dadurch die Lebensdauer des Kabels zu erhalten.

Wenn man die Arbeiten von Fisher und Atkinson liest, welche also die Kabelisolation sicherstellen wollen, so tritt die Frage auf, weshalb verbessert man nicht lieber die isolierende Schicht durch eine geeignetere Masse, statt, daß zu einer immerhin umständlichen und wenig rentablen Rationierung der Stromzuführung geschritten wird. Die Verhältnisse liegen hier wie folgt:

Das Papier oder sonstiger Zellstoff ist nicht als das eigentliche isolierende Material anzusehen, sondern ist nur Träger desselben. Die Imprägniersubstanz ist das wirkliche Dielectricum. Dieses Dielectricum darf sich aber ohne Schädigung der Isolierschicht nicht verändern, d. h. zersetzen, wenn der Kabelleiter warm wird. Fisher und Atkinson haben Handels-Petrolrückstände zum Tränken benutzt, eine Untersuchung auf deren Zusammensetzung hin sowie eine Bestimmung der Dielektrizitätskonstanten ist nicht vorher erfolgt. Man geht aber kaum fehl in der Annahme, daß es sich um die üblichen Imprägnierstoffe handelt, welche ähnlich wie die bei der Teerdestillation entstehenden Pech mit aus vielen Bestandteilen niederen Siedepunkts zusammengesetzt sind.

Infolgedessen wird die Isolierschicht während des Betriebs allmählich zerstört. Es können sogar, wie auch Fisher und Atkinson selbst angeben, Gase entstehen, welche den Bleimantel auftreiben. Der Zellstoff wird von der Imprägniermasse mehr oder weniger befreit, Luft- und Wasserdampf treten hinzu, die sehr empfindliche Cellulose wird angegriffen, unter Umständen

den direkt in Kohle verwandelt.

Gelingt es, ein isolierendes Imprägniermittel herzustellen, welches bei den auftretenden Wärmegraden unverändert bleibt, und wird das Papier mit dem Tränkungsstoff so verarbeitet, daß elektrolytische und

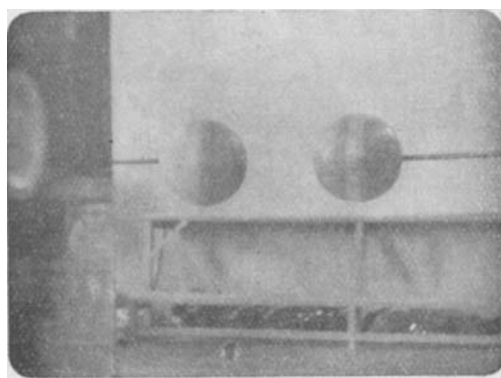


Fig. 1. Versuchsanordnung der Funkenstrecke zwischen zwei auf Porzellanstützern isolierten Zinkkugeln.

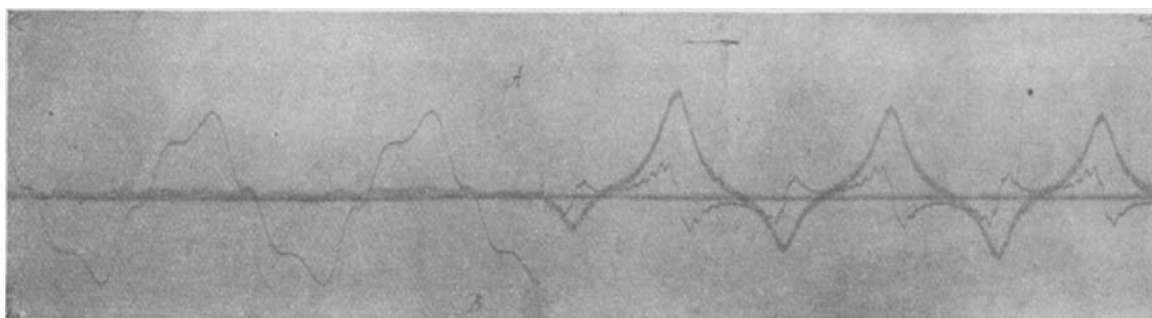


Fig. 2. Die Strom- und Spannungskurve bei Einsetzen des Lichtbogens. Die dünne Linie ist die Spannungskurve.

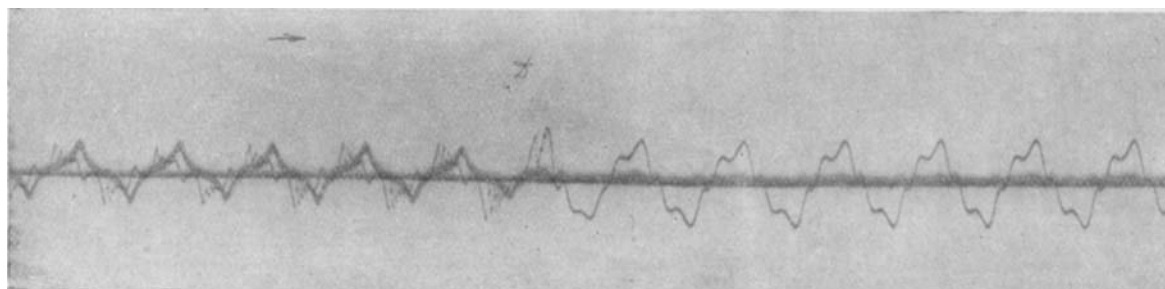


Fig. 3. Die Strom- und Spannungskurve beim Abreißen des Lichtbogens. Die dünne Linie ist die Spannungskurve.

in Prozenten ausgedrückt, laufen parallel. Aus dieser graphischen Darstellung entnehmen die Versuchsansteller die von ihnen benötigten Werte, machen für den Betrieb Kompromisse und sagen z. B.: das

⁷⁾ Die Einwirkung von Hitze auf die Papierisolation. Am. I. E. E. 1921, Nr. 3.

elektroosmotische Einflüsse bei den in Frage kommenden Spannungen ausgeschaltet werden, ist kein Grund einzusehen, weshalb solche Isolation nur beschränkte Dauer besitzen soll.

Aufgaben ähnlicher Art, an deren Lösung die chemische Wissenschaft beteiligt ist, ergeben sich uns in der elektrischen Isoliertechnik auf Schritt und Tritt.

Es ist z. B. auch wünschenswert, zu ergründen, wie sich die verschiedenen den Kabelleiter umgebenden Isoliermassen hinsichtlich ihrer Einwirkung auf die Spannungskurve verhalten. Bekanntlich wird letztere mit zunehmender Kabellänge, sofern man keine Induktivität zuschaltet, stark verzerrt, so daß schließlich die Stromleitung aufhört.

Wie auch schon zu Anfang meines Vortrages angedeutet ist, hängt die Lebensdauer elektrischer Anlagen in der Hauptsache von der sicheren Wirkung der Isolierstoffe ab. Dies ist wirtschaftlich von außerordentlicher Wichtigkeit. Es ist weiter darauf hingewiesen, wie ganz verschieden die Anforderungen sind, welche die Elektrotechnik jeweilig an die nichtleitenden Stoffe stellt. Und weiter ist klargelegt, welche verschiedenartigen Rohstoffe uns für die Anfertigung technischer Isolierstoffe zur Verfügung stehen.

Es handelt sich also um Fragen stofflicher Art, vorzugsweise um die Herstellung neuer, geeigneter Massen aus gegebenen Rohmaterialien. Wir befinden uns daher auf Gebieten, die der Chemie gehören, und wir können daher bei einer Weiter-

sind und einen Einblick gestatten in die Natur der Funkenstrecken, welche mit einem elektrischen Wechselstrom von 50 Perioden entstehen. Von verschiedenen Seiten war angeregt, Flambbögen mittels



Fig. 4. Funkenstreckenbilder, 16 Sek. Luftdurchschlag.



Fig. 5. Funkenstreckenbilder, 16/Sek. Der höhersteigende Flambbogen.



Fig. 7. Beginn der Funkenentladung. Dauer $\frac{1}{500}$ Sek. 4 malige Vergrößerung der Filmbilder.

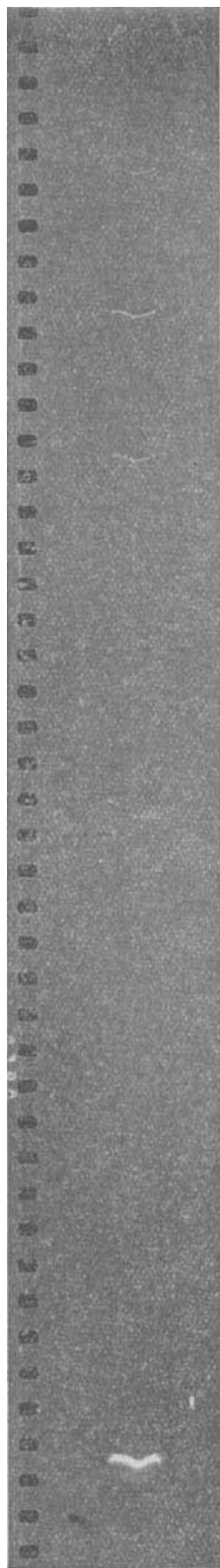


Fig. 6. Funkenstreckenbilder, 500/Sek. Beginn der Entladung.

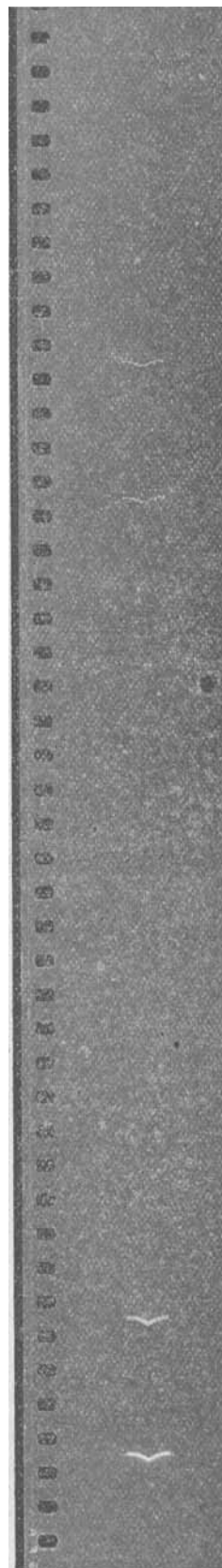


Fig. 8. Funkenstreckenbilder, 500/Sek. Beginn des Durchschlags.



Fig. 9. Ausbreitung des Flambbögen.

entwicklung dieser Industrie die Mitarbeit der Chemiker unter keinen Umständen mehr entbehren.

Im übrigen stehen Materialfragen zurzeit im Vordergrund des Interesses.

Im Anschluß an meine vorherigen Ausführungen soll in Kürze einiges berichtet werden über Forschungen, welche ganz neuen Datums

Frequenzphotographie zu betrachten. Laut einer Angabe in den Dresdner Verbandsmitteilungen hat bereits 1916 H. Görges⁸⁾ aufgefodert, den Lichtwechsel in Wechselstromlampen mit der Zeitlupe zu untersuchen.

⁸⁾ Verbandsmitteilungen der Vereinigung Dresdner Bezirksverein Deutscher Ingenieure und Dresdner Elektrotechnischer Verein, XII, Nr. 1, 6. Jan. 1917.

In Heft 9 der „Electrical World“ vom 3. September d. J. macht O. H. Eschholz Angaben über Gleichstromfunken, die bei 250 Volt an Schaltern auftreten, indem er sich zur Erzielung von über 2000 Bildern pro Sekunde einer von J. W. Legg⁹⁾ beschriebenen Camera bedient. Er zeigt die Entwicklung von Gleichstromüberschlägen, wobei er die Funkenlängen bei verschiedenen Stromstärken mißt, z. B. im Bereich von 175–561 Ampere.

Bei den von mir vorgenommenen Arbeiten lag die Absicht zugrunde, festzustellen, ob sich durch Frequenzphotographie die Wechselstromperiode in ihre Einzelteile durch Bild Darstellungen zerlegen läßt und sich Aufklärungen über den Vorgang der dielektrischen Zerstörung der isolierenden Luftschicht ergeben.

Laboratorium in Margarethenhütte. Beiden Firmen sei für ihr Entgegenkommen bestens gedankt.

Die Zeitlupe ist ein Apparat, welcher es ermöglicht, bis zu 600 Aufnahmen pro Sekunde vorzunehmen. In den Ernemann-Werken ist diese Einrichtung der Hochfrequenzphotographie durch deren verstorbenen Mitarbeiter Dr. Lehmann für den praktischen Gebrauch nutzbar gemacht. Mittels einer schnell rotierenden Walze mit Spiegelanordnung werden die Bilder auf einem beweglichen Film hervorgerufen¹⁰⁾.



Fig. 10. Weitere Ausbreitung des Flamm-bogens.

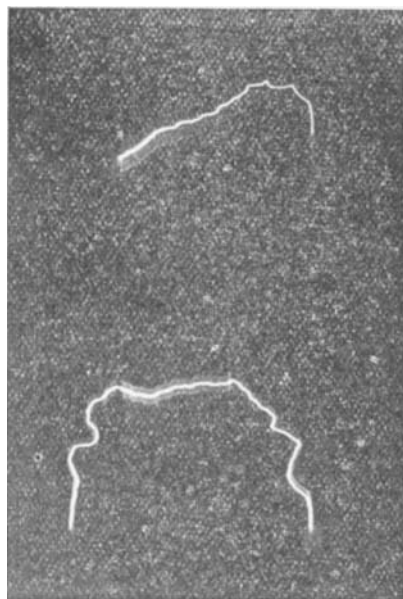


Fig. 11. Abreißen des Lichtbogens.
4 malige Vergrößerung des Filmbildes.



Fig. 12. Funkenstrecken
bei Regen.



Fig. 13. Funkenstrecken-
bilder bei Regen und Wind.



Fig. 14. Funkenstrecken-
bilder nach längerer Ein-
wirkung d. Flamm-bogens.



Fig. 15. Beginn der
Funkenentladungen bei
Elektroden von 500 mm
Durchmesser und
170 mm Abstand.

Für diese Versuche hatten mir die Ernemann-Werke A.-G. in liebenswürdiger Weise eine Zeitlupe zur Verfügung gestellt, und die Porzellanfabrik H. Schomburg & Söhne, A.-G. gestatteten bereitwilligst die Vornahme der erforderlichen Experimente in ihrem modern eingerichteten

⁹⁾ J. W. Legg, Electrical Journal, Dez. 1919, S. 510.

¹⁰⁾ Dr. H. Lehmann, Über neue kinematographische Theorien und Apparate. Photographische Korrespondenz Juli 1916. — Dr.-Ing. H. Rumpf, Die wissenschaftliche Photographie als experimentelle Grundlage des Geschützbau. Mathias Strucken, Düsseldorf 1920.

Anfänglich war vorgesehen, die Funken zwischen zwei plan-parallelen Metallelektroden überschlagen zu lassen, um auf diese Weise ein homogenes Feld zu erhalten. Aber praktisch gestaltet sich diese Anordnung ziemlich schwierig, weil die Abrundungen und Ecken die Resultate trüben.

Deshalb wurden die beobachteten Funkenstrecken dadurch erzeugt, daß man den vom Transformator kommenden Einphasenstrom von rund 50 Perioden — in einem Fall gemessen: 48,75 — an zwei polierten Zinkkugeln von 250 mm Durchmesser anlegt, die auf Porzellanstützern von Erde isoliert sind. Diese Anordnung gibt Fig. 1 zu erkennen. Die Entfernung der Kugeloberflächen voneinander beträgt 190 mm. Mit einem Aspirationspsychrometer wurde die relative Luftfeuchtigkeit des Raumes gleich 63% ermittelt, die Temperatur betrug 18,5° C. Das Barometer stand 750 mm. Die Leistung des Transformators entspricht 200 KW. Jeder Funkenüberschlag ist von donnerartigem Getöse begleitet.

Über die Form der Strom- und Spannungskurven sagen die nach Siemens-Blondel aufgenommenen Oszillogramme aus. Fig. 2 stellt den Beginn des Durchschlags und die Ausbildung des Flamm Bogens dar. Durch Multiplikation der Primärspannung mit dem Übersetzungsfaktor 1000 ergibt sich vor der Zerstörung der Luftschicht ein Potentialgefälle von rund 250000 eff. Volt. Mit dem Beginn des Lichtbogens fällt die als dünne Linie gezeichnete Spannung in plötzlicher Weise bis auf ungefähr 50—60000 Volt ab; die Stromstärke, welche vorher 0,3 Ampere betragen hatte, steigt auf annähernd 3,5 Ampere.

Aus Fig. 3 ist das Abreißen des Licht-



Fig. 16. Weiterentwicklung des Lichtbogens von Fig. 15.



Fig. 17. Ende des Lichtbogens von Fig. 15.



Fig. 18. Funkenentladungen nach längerem Bestehen d. Lichtbogens.



Fig. 19. Funkenentladungen nach längerem Bestehen d. Lichtbogens.

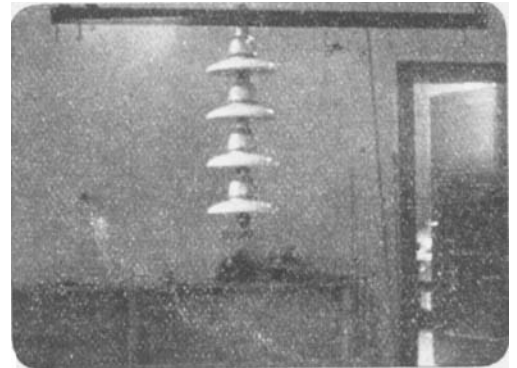


Fig. 20. Die untersuchte, aus 4 Kugelpf. Isolatoren bestehende Hängekette.

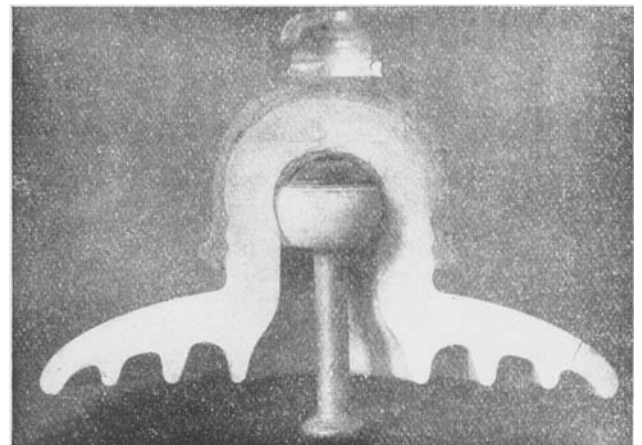


Fig. 21. Schnitt durch einen Kugelpf.-Isolator.

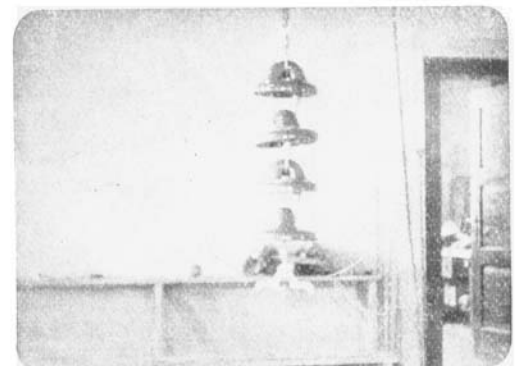


Fig. 24. Die untersuchte, aus 4 Hewlett-Isolatoren nebst Schutzhorn bestehende Hängekette.

bogens ersichtlich. Die Spannung steigt schnell wieder in die Höhe, die Stromstärke verschwindet.

Bei den ersten Aufnahmen wurden die Kugeln durch einen Scheinwerfer beleuchtet, um sie mit aufs Bild zu bringen. Aber da die Er-

scheinungen ohne Elektrodenbeleuchtung deutlicher hervortreten, wurde dies später unterlassen.

Die für den Stromübergang getroffene Vorrichtung stellt einen Kondensator dar, dessen isolierendes Zwischenmittel die Luft ist. Das

Feld ist ein inhomogenes. Maßgeblich für die Werte der Spannung, welche die Vernichtung der isolierenden Eigenschaft der Luftschicht bewirkt, ist der Scheitelwert der Spannungskurve, außerdem sind die Krümmungen der Kugel in Rücksicht zu ziehen. Infolge der Beweglichkeit des Flammhogens sind die Funkenlängen wegen der Kugelkrümmung veränderlich. Ferner gilt in erhöhtem Maßstabe, was im Laufe des Vortrages über Durchschlagprüfungen ausgeführt wurde.

Betrachtet man die elektrischen Durchschläge mit bloßem Auge, so ergeben sich Bilder, wie sie in Fig. 4 und 5 dargestellt sind. Fig. 4 zeigt, wie der Lichtbogen entsteht und sich weiter entwickelt, Fig. 5, wie der Lichtbogen in die Höhe getrieben wird. Eine Auflösung der Einzelercheinungen, aus denen die Zerstörung der Luftschicht offenbar wird, läßt sich nicht erkennen. Die Bilder sind angefertigt in Zeitabständen von $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{5}$, Sekunde.

Wendet man die Zeitlupe an und ermöglicht es, daß der Beginn des ersten Luftdurchschlags auf den Film gelangt, so erhält man bei 500 Aufnahmen pro Sekunde Lichtbögen, wie sie in Fig. 6 erkenntlich sind. Die aufeinanderfolgenden Funkenbildchen stellen also den Verlauf der Zerstörung des Dielectricums Luft dar, und zwar in der Weise, wie diese sich nach je $\frac{1}{500}$ Sekunde vollzieht. Bei einer Periodenzahl von 50, also 100 Wechseln pro Sekunde, wird jeder Wechsel in fünf sichtbare Bilder zerschnitten.

Es ist ersichtlich, daß die Funkenbilder bald sehr stark leuchten, bald weniger stark und teilweise vollständig verschwinden. Vergleicht man diese Änderungen der Lichtintensität mit dem in Fig. 2 dargestellten Oszillogramm, läßt sich feststellen, daß die Größe der Amplitude den Grad für die Funkenlichtstärke bedeutet. Geht die Spannungskurve durch den Nullpunkt, erlischt der Funke für diesen Augenblick. Das Stadium des Stromwechsels läßt sich also optisch veranschaulichen. Würde die Periode geometrisch genau einer Sinuslinie entsprechen, hätten wir eine gleichmäßig auf- und absteigende Lichtintensität des Flammhogens.

Von besonderem Interesse ist der Beginn der Funkenentladung.

Wie sich aus Fig. 6 ersehen läßt, ist der erste Durchschlag von außerordentlicher Helligkeit. Parallel zu dem Hauptdurchschlagsweg erkennt man eine etwas dunklere Schicht, die scharf abgegrenzt wird durch eine hellere Linie. Und in weiterer Entfernung kann man noch eine zweite dunklere Schicht feststellen, welche ebenfalls eine hellere Umgrenzung hat, wenn auch schwächer leuchtend.

Die mittels Zeitlupe kenntlich gewordene Auflösung der Frequenz tritt sehr deutlich hervor, wenn man von den kleinen Filmbildchen Diapositive anfertigt und sie im Projektionsapparat in der sich dabei ergebenden starken Vergrößerung beobachtet. Besonders der Beginn der Entladung zeigt sich als glänzende Leuchterscheinung, die Zonen treten scharf umrissen hervor. In Fig. 7 ist das Bild einer Anfangs-

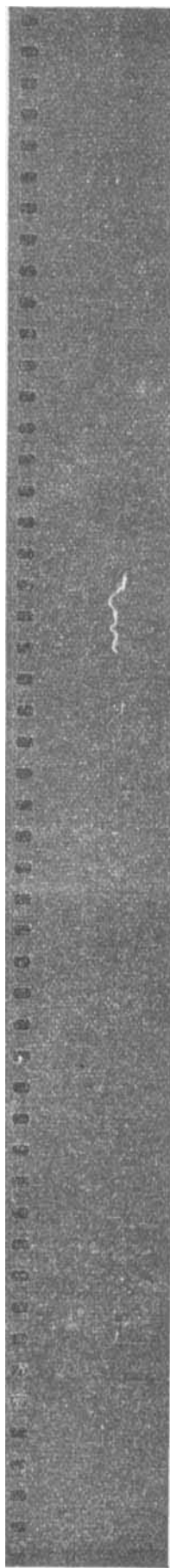


Fig. 22. Funkenentladungen an einer Hängekette von 4 Kugelskopf-Isolatoren.

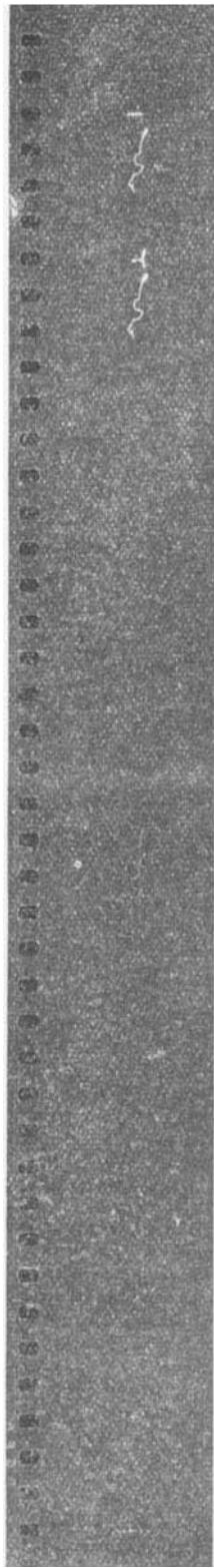


Fig. 23. Funkenentladungen an einer Hängekette von 4 Kugelskopf-Isolatoren.



Fig. 25. Funkenentladungen an einer Hängekette von 4 Hewlett-Isolatoren mit Schutzhorn.



Fig. 26. Funkenentladung an einer Hängekette von 4 Hewlett-Isolatoren mit Schutzhorn.

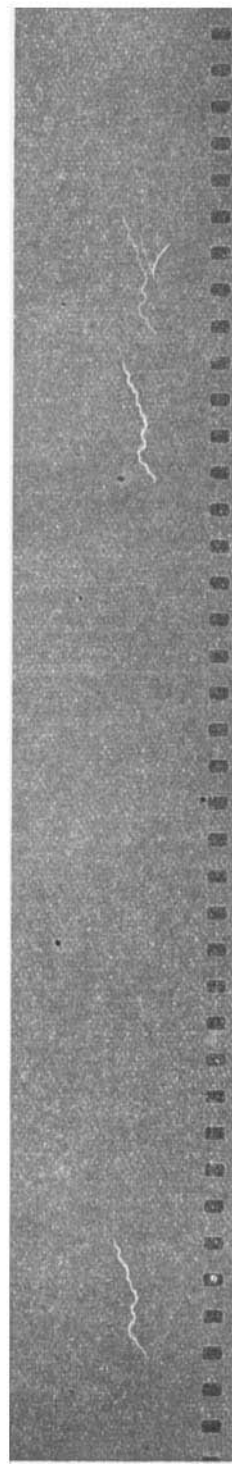


Fig. 27. Funkenentladungen an einer Hängekette von 4 Hewlett-Isolatoren mit Schutzhorn.

entladung vierfach vergrößert, die Begleiterscheinungen sind deutlich sichtbar.

Fig. 8 stellt die Beobachtung einer weiteren Funkenstrecke dar,

welche derjenigen, wie sie Fig. 6 zeigt, gefolgt ist. Man kann annehmen, daß jetzt eine Ionisation der Luftschicht stattgefunden hat.

In Fig. 9 erkennt man, daß der Funken nach oben treibt, die Stromwechsel sind in ihrem Entwicklungsstadium scharf voneinander zu unterscheiden. Dasselbe ist festzustellen in Fig. 10, wo die Funkenstrecken sich noch weiter ausgebreitet haben. Die oberen Spitzen sind nicht mehr erkennbar, weil sie über das Lupenfenster hinausreichen.

Reißt die Funkenstrecke schließlich infolge Spannungserniedrigung ab, pflegen in vielen Fällen, entsprechend der Amplitude, Nebenfunktionen sichtbar zu werden, wie dies Fig. 11 veranschaulicht. Man erkennt die Ähnlichkeit mit den Vorgängen bei der Entladung.

Es sind alsdann die gleichen Untersuchungen vorgenommen bei Regen. Die Feuchtigkeit rieselt senkrecht auf die Zinkkugeln und den Luftzwischenraum herab in einer Menge von 1,5 mm pro Quadrat-zentimeter und Minute. Vor dem Überschlag betrug die effektive Spannung 140000 Volt, die Stromstärke 0,2 Ampere, die Aufnahmen folgten sich wieder in Zeitabständen von rund $\frac{1}{500}$ Sekunden. Fig. 12 zeigt einen Filmausschnitt. Die Erscheinungen sind im wesentlichen geblieben wie vorher, nur neigt der Lichtbogen mehr zum Abreißen. Infolgedessen werden bei Wiedereinsetzen des Luftdurchschlages die hierfür charakteristischen Erscheinungen sichtbar.

Bei dem folgenden Versuch wurde auf die gleiche, unter Regen befindliche Funkenstrecke noch durch einen Ventilator Wind geblasen. Kurz vor der Zerstörung der isolierenden Luftschicht bestand eine Spannung von 130000 Volt bei 0,2 Ampere. Die Zeitlupe arbeitete mit 500–550 Aufnahmen in der Sekunde. Der Wind fegte den Flamm-bogen nach vorn und begünstigt das Abreißen. Fig. 13 und Fig. 14 geben ein Bild von der Funkenentwicklung. Letztere Aufnahme erfolgte, nachdem der Flamm-bogen längere Zeit gestanden hatte, also wo man die Ionisierung des Luftzwischenraumes stärker wie anfänglich annehmen kann.

Um den Einfluß der Elektrodenform zu prüfen, wurden die Zinkkugeln von 250 mm Durchmesser durch solche von 500 mm Durchmesser ersetzt. Die Entfernung der Elektroden wurde auf 170 mm beschränkt, um einen andauernden Funken zu erhalten. Regen und Wind fehlten. Bei einer Stromstärke von 0,35 Ampere gab der Spannungszeiger 260000 eff. Volt an. Die sonstigen Bedingungen waren dieselben wie vorher.

Fig. 15 gibt ein Bild von dem Beginn der Entladungen. Man sieht, die Erscheinungen treten kaum anders auf wie früher, Fig. 16 zeigt die Weiterentwicklung des Lichtbogens, in Fig. 17 hat der immer größer werdende Lichtbogen sein Ende erreicht, beim Abreißen sind die Nebenentladungen zu erkennen. Nach Wiedereinsetzen des Lichtbogens ergeben sich die Bilder, wie sie in Fig. 18 und Fig. 19 dargestellt sind. Es scheint, als ob der inzwischen mit leitenden Teilchen durchsetzte Luftzwischenraum das Auftreten von Nebenfunknstrecken begünstigt.

Um zu erfahren, wie sich der Vorgang des Funkenüberschlages an Hängeisolatoren vollzieht, wurde auch hier die Zeitlupe angewendet. Eine sechsgliedrige Kette konnte aber nicht vollständig auf den Film gebracht werden, weil das Lupenfenster diese Länge in der festliegenden Entfernung nicht faßt. Infolgedessen bestand die Kette nur aus vier Kugelkopfisolatoren, wie dies Fig. 20 zeigt.

In Fig. 21 ist ein Schnitt durch einen Kugelkopfsolator abgebildet. Bei der Anfertigung derartiger Isolatoren wird die Kugel, welche später den Bolzen festhält, vorher verglüht und dann vor dem Brennen des Isolators eingelegt. Infolge der bedeutenden Schwindung von 20% ist alsdann die Kugel vom Hohlkopf des Isolators eingeschlossen. Diese von der Firma H. Schomburg & Söhne A.-G. ausgeführte, von J. F. Scheid stammende patentierte Konstruktion erhöht die Festigkeit um ungefähr das Doppelte gegenüber der Festigkeit der normalen Kappenisolatoren.

Bei 260000 eff. Volt (0,4 Ampere) schlug der Funke über. 500 Aufnahmen fanden bei Trockenheit pro Sekunde statt. Fig. 22 und Fig. 23, welche aufeinanderfolgende Funkenstrecken darstellen, zeigen, daß der Überschlag mit denselben Erscheinungen einsetzt, welche wir bei der Kugelfunknstrecke festgestellt haben. Auch die Leuchterscheinungen entsprechen den Amplituden der Spannungskurve.

Die gleichen Untersuchungen wurden bei einer Anfangsspannung von 133000 Volt (0,2 Ampere) bei Regen sowie bei Regen und Wind angestellt. Es traten aber dabei keine besonders beachtlichen Bilder auf.

Schließlich wurde noch, weil es gerade die Gelegenheit mit sich brachte, eine von den Bayerwerken benutzte, aus Hewlett-Isolatoren bestehende Hängekette mit Schutzhorn während des Stromüberschlages durch die Zeitlupe betrachtet. Die Anordnung wird durch Fig. 24 wiedergegeben. Die Spannung war 260000 Volt, es wurden Aufnahmen wieder in $\frac{1}{500}$ Sekunde Zeitfolge vorgenommen. Statt 6 Isolatoren, wie im praktischen Gebrauch, konnten nur 4 Isolatoren aneinandergehängt werden, wie schon vorher erklärt wurde.

Die Funkenerscheinungen zeigen die Fig. 25, 26 und 27. Die Helligkeit der Strombahnen wird wieder bestimmt durch den jeweiligen Amplitudenwert der Kurve. Was das Horn betrifft, so kann man hinsichtlich dessen Zweckmäßigkeit verschiedener Ansicht sein.

Über die mit der Zeitlupe vorgenommenen Untersuchungen des Durchschlages isolierender Luftschichten soll noch angegeben werden, daß infolge der gleichzeitigen Bedienung mehrerer Apparate und der Beobachtung einer Anzahl von Meßinstrumenten sich die Mitarbeit von 6 Herren notwendig machte. Besonders Herrn Dr.-Ing. Karl

Krüger von den Ernemann-Werken und Herrn Ing. Walter Cordes von der Firma Schomburg wird für ihre Mühewaltung der beste Dank ausgesprochen.

Von den festgestellten Ergebnissen ist besonders interessant der Vorgang der ersten Entladung durch die Luft und der Vorgang beim Abreißen des Funkens. In welchem Abhängigkeitsverhältnis sich die hierbei zeigenden Erscheinungen von den Versuchsbedingungen befinden, ist bei einer Erweiterung der Forschungen zu ergründen. Es läßt sich mit großer Wahrscheinlichkeit erwarten, daß die Anwendung der Zeitlupe auf diesem Gebiet zu neuen Erkenntnissen führen wird. Auch erscheint es vorteilhaft, die Entladungen beim Momentschalten auf diese Weise zu untersuchen.

Zur Beurteilung elektrischer Funkenerscheinungen wird hingewiesen auf verschiedene teils sehr eingehende Arbeiten von M. Taepler, so unter anderen auf die kürzlich erschienene Untersuchung: „Über die physikalischen Grundgesetze der in der Isolatortechnik auftretenden elektrischen Gleiterscheinungen“¹⁾.

Meine heutigen Ausführungen sind veranlaßt vom Reichsbund Deutscher Technik, der Vertretung der technischen Berufsstände.

Die industrielle Entwicklung der Herstellung elektrischer Isolierstoffe erinnert an die Entwicklung der Technik überhaupt. Aus der Kulturgeschichte der technischen Betätigung ist ersichtlich, daß bei den meisten Betriebszweigen und Fabrikationsverfahren zu Anfang ein empirisches Suchen und Tasten war, und erst später der Ingenieur mit Maß und Zahl kam. Von diesem Augenblick an erfolgt dann die ungeheure Aufwärtsbewegung.

Während früher gewöhnlich der Ingenieur sich über seine reine Fachbetätigung nicht herausgetraut hat zum Schaden seiner selbst und der Allgemeinheit, ist neuerdings hier ein wesentlicher Wandel eingetreten. Die Technikerschaft hat eingesehen, daß es zur Führerrolle in der Industrie unbedingt erforderlich ist, die wirtschaftlichen Verhältnisse genau zu kennen und so instande zu sein, in technischer Beziehung vorteilhaft vorzugehen. An Hochschulen wie an Fachschulen hat man begonnen, auch der wirtschaftlichen Ausbildung unserer Techniker gerecht zu werden.

Infolge des ungünstigen Standes unseres Geldes ist zurzeit die Einfuhr von Rohstoffen aus dem Ausland auf das äußerste einzuschränken. Für unsere Ingenieure besteht die Aufgabe, nach heimischen Ersatzstoffen zu suchen. Erfreulich ist es, daß wichtige Isolierstoffe der Elektrotechnik, wie die Bakeliteprodukte, die hochwertigen Formstücke und Plattenmaterialien, die Zellstoffmassen u. a. aus einheimischen Ausgangsstoffen herstellbar sind, und sich diese Fabrikate daher zu einem lohnenden Ausfuhrartikel entwickeln lassen. Das Hochspannungsporzellan bedarf auch nur eines kleinen Zuschusses, den wir einstweilen noch vom Auslande beziehen müssen.

Die ureigenste und vornehmste Tätigkeit des Technikers besteht darin, die Naturkräfte in immer höherem Maße zum Nutzen der Mitmenschen heranzuziehen und die natürlichen Bestandteile unseres Planeten in brauchbare Formen umzuwandeln, d. h. zu erfinden.

Ein Ingenieur, der nicht erfindet, ist wie ein Kind, das nicht lacht.
[A. 208.]

Aus anderen Vereinen und Versammlungen. Verein „Versuchs- und Lehranstalt für Brauerei in Berlin“.

Technische Versammlung am 12. Oktober in der Aula des Instituts für Gärungsgewerbe. Direktor und Braumeister Reinhardt führte den Vorsitz. Der zahlreiche Besuch auch des technischen Teils der Oktobertagung gab wieder den Beweis dafür, welch reges Interesse in den Kreisen der Brauer den Veranstaltungen der V. L. B. entgegengebracht wird.

Dr. F. Stockhausen sprach sodann über „*Biologische Fragen der Gegenwart*“. Der Vortragende knüpft kurz an die Kriegsverhältnisse und die Dünnbieren an, mit denen wir uns auch heute noch beschäftigen müssen, da viele Brauereien noch schwächere Biere herstellen. Bei den Dünnbieren treten Infektionen auf, die wir früher nicht kannten, die Fäulnisbakterien sind die Ursache der sogenannten Dünnbierkrankheit. Es fehlt den Dünnbieren an der notwendigen Vergärung und immer, wenn der Endvergärungsgrad zu niedrig war, war ein Hochkommen der Infektionen zu verzeichnen. Oft sind auch die Zusatzstoffe eine Ursache der Dünnbierkrankheit, z. B. Kolorator-zusatz. Auch die Beschaffenheit des Wassers spielt eine Rolle. So erhielt eine Brauerei mit stark farbehaltigem Wasser Bier mit alkalischem Geschmack und es ist ja bekannt, daß gerade in alkalischen Nährböden die Bakterien am besten wachsen.

Bei der Herstellung der Mais- und Reisbiere trat anfangs die Befürchtung auf, ob unsere Heferassen, die bisher nur in Malzwürzen gearbeitet hatten, inmstande sein würden, auch in Rohfruchtwürzen zu arbeiten, und es wurden von allen Seiten Hefestämme verlangt, die auch in mit Rohfrucht hergestellten Würzen ausgiebige Gär-tätigkeit entfalten und gute Kräusen und Bruchbildung zeigen. Es erwiesen sich jedoch in vielen Betrieben die seit Jahren eingeführten Stämme auch weiterhin brauchbar.

Etwas, was bei den jetzigen Bieren häufig Schwierigkeiten macht, ist die steckenbleibende Gärung, und im Sommer sind besonders viel

¹⁾ M. Taepler, Archiv für Elektrotechnik Bd. 10, 1921, Heft 5/6.