Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 11 (1920)

Heft: 3

Artikel: Neue Glasisolatoren für Bahnzwecke und Leitungsbau

Autor: [s.n.]

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1061790

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: 04.12.2025

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

Ferner entspricht es dem Wesen der Schaltung, dass Funkenentladungen bei Schaltung I weniger intensiv sind (geringere Spannungsdifferenz an den Kondensatoren). Dass die tatsächlich erzielte Spannungsvervielfachung bei einer gegebenen Anzahl von Ventilzellen von der verwendeten Wechselspannung abhängt, zeigten auch die Messungen an der Fünffachschaltung (Ausführung II), wie folgt:

Wechselspannung P_1 P_1' in Volt (effekt.)	Gleichspannung in Volt			Verhältnis	
	P_2 P_{-2}	P_3 P_{-3}'	P_5 P_{-5}'	V_3 / V_2	V_5 / V_2
105	210	250	325	1,19	1,55
210	480	615	940	1,28	1,96
315	660	875	1300	1,32	1,97

Man erkennt wiederum, dass bei 105 Volt die Spannungsausbeute noch schlecht ist, sich aber bereits von 210 Volt an nicht mehr wesentlich steigert. Der relativ schlechte Wirkungsgrad von 1,97 anstatt 2,5 ist wie oben z. T. auf Rechnung von Verluste aufweisenden Kondensatoren zu setzen.

Es ist bemerkenswert, dass die Spannung von 940 Volt (bei der Vierfachschaltung 905 Volt) durch direkten Anschluss an ein Lichtnetz von 210 Volt gewonnen wurde. Es gelang ohne weiteres, mittelst der erzielten Spannung eine Reihe von passend evakuierten Entladungsröhren zum Leuchten zu bringen. An der Glimmlichtoszillographenröhre war auch direkt zu erkennen, dass die Schaltung Gleichstrom lieferte.

Neue Glasisolatoren für Bahnzwecke und Leitungsbau.

Bearbeitet vom Generalsekretariat.

Glasisolatoren sind schon seit einigen Jahren vielfach bei uns praktisch versucht worden und werden in Amerika und Frankreich, wie es scheint dort mit gutem Erfolg, verwendet. Nach verschiedenen früheren Berichten aus Amerika wurden neben Porzellan- auch Glasisolatoren bis 50 000 V und mehr für den Freileitungsbau verwendet, die, nach diesen Berichten zu schliessen, sich bewährt haben. Als Hauptanwendungsgebiet für Glasisolatoren galten damals Spannungen bis 25 000 Volt.

Seit einiger Zeit sind an der Rhätischen Bahn eine grössere Anzahl Diabolo- und Tragbockisolatoren (Fig. 1), bis jetzt mit gutem Erfolg im Betrieb. Probestücke von Fahrdrahtisolatoren (Fig. 5) sind bei der Emmenthalbahn, Gornergratbahn und Jungfraubahn, sowie neuerdings bei der Seilbahn Rigiviertel in Zürich montiert.

Die neben vielen guten bis jetzt gemachten weniger günstigen Erfahrungen scheinen grösstenteils davon herzurühren, dass Glasisolatoren infolge von innern, durch die Fabrikation bedingten Materialspannungen, bei starker mechanischer Beanspruchung oder unter dem Einfluss von raschen Temperaturschwankungen eher gesprungen sind, als z. B. solche aus Porzellan. Durch geeignete Auswahl der Glassorte und durch zweckmässige und sorgfältige Fabrikations- und Abkühlungsverfahren sollten diese nachteiligen Eigenschaften wesentlich verbessert werden können.

In neuerer Zeit bringt nun auch eine *Schweizer*-Firma, *Bigler, Spichiger & Cie. A.-G.* in Biglen (Bern), eine Reihe neuer Formen von Glasisolatoren auf den Markt und es sind solche bei oben erwähnten Bahnen schon im Betrieb. Die Glasisolatoren, die als Fahrdraht und Tragbockisolatoren für Bahnzwecke, sowie als Freileitungs- und Innenraum-Stützisolatoren gebaut werden, sind der Form nach keine Neukonstruktionen; sie entsprechen in ihrer Bauart den Formen, die im Verlaufe vieljähriger Erfahrungen entstanden und sich in der Praxis bewährt haben.

Im Folgenden sind verschiedene Versuche mit solchen Glasisolatoren angeführt, die einige Anhaltspunkte geben über die Verwendbarkeit der entsprechenden Prüfobjekte. Die Prüfungen wurden in den Prüfanstalten des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins und in der Eidg. Materialprüfungsanstalt an der Eidg. Techn. Hochschule und einzelne davon beim Eidg. Amt für Mass und Gewicht vorgenommen.

Das elektrische Verhalten der Glasisolatoren.

Die *Durchschlagsfestigkeit* des Glases ist nicht wesentlich verschieden von derjenigen des für Isolatoren verwendeten glasierten Hart-Porzellans. Sie ist, vor allem bei guten Glassorten, sogar grösser. Von massgebender Bedeutung sind aber die *Ueberschlagssicherheit* und *Oberflächenisolation* bei trockenen und nassen Isolatoren. Diese Sicherheiten hängen in erster Linie von der Form und Oberflächenbeschaffenheit ab. Durch Anlehnung an die in der Praxis bewährten Formen können für Glas und Porzellan in dieser Beziehung gleichwertige Typen geschaffen werden.

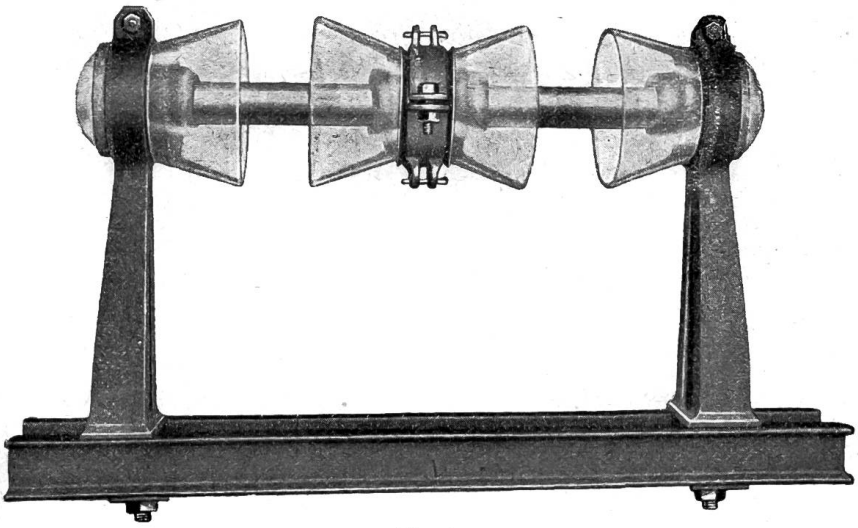

Fig. 1.

Die zunächst untersuchte, in Fig. 1 abgebildete komplette Tragbockisolation für Bahnen besteht aus zwei auf Eisenstützen montierten Tragbockisolatoren und einem auf einer Trag- und Distanzstange aufgesetzten Diaboloisolator. Es wurden vergleichsweise in Form und Grösse entsprechend gleiche Glas- und Porzellanisolatoren der Prüfung unterzogen, deren genaue Masse den Figuren 2 und 3 zu entnehmen sind.

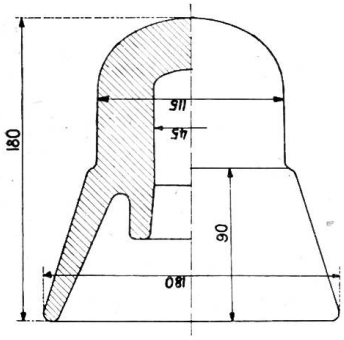

Fig. 2.

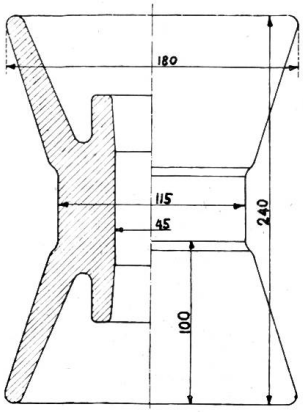

Fig. 3.

Ein Porzellan- und vier Glas-Tragbockisolatoren sowie ein Porzellan- und drei Glas-Diaboloisolatoren wurden dann einer Durchschlagsprüfung unterzogen und zu diesem Zwecke nach der üblichen Prüfmethode während 15 Minuten einer Spannung von zirka 50 kV ausgesetzt, ohne dass ein Isolator Schaden nahm.

Aus der Tabelle I, in der die einzelnen Zahlen aus mehreren Messungen gebildete Mittelwerte darstellen, geht hervor, dass die untersuchten Glas- und Porzellanisolatoren der Tragbockkonstruktion elektrisch ungefähr gleichwertig sind. Analoge Resultate zeitigten auch Versuche an anderen Isolatoren.

Bei der Prüfung der kompletten Tragbockisolation im trockenen Zustande erfolgte der Ueberschlag durch die Luft von der Schelle des Diaboloisolators nach dem gegen-

überliegenden Eisenquerträger; bei Regen erfolgte er von der Diabolo-Schelle längs der Isolatoren nach den Eisenstützen ohne jedoch die Distanzstange zu berühren.

Ergebnisse vergleichender Prüfungen von Glas- und Porzellan-Isolatoren für Bahntragböcke bestimmt für 10 kV Betriebsspannung. Tabelle I

Bei 12° C Raumtemperatur und 60 % relativer Luftfeuchtigkeit.

Prüfgegenstand und Prüfanordnung		Beginn des Glimmens bei ca. kV		Beginn der Büschelentladungen bei ca. kV		Beginn der Vorentladungen bei ca. kV		Ueberschlag bei kV	
		Glas	Porzellan	Glas	Porzellan	Glas	Porzellan	Glas	Porzellan
Tragbockisolator mit Eisenarmaturen	bei trockenem Isolator	14	15	39	28	57	40	65	66
	bei senkrecht auffallendem Regen von 4 mm/Min.	6,5[1])	5	12,5	13	22	27	30	31
	bei unter 45° auffallendem Regen von 4 mm/Min.	7[1])	7	17,5	18,5	26,5	27,5	28	32,5
Diaboloisolator mit Eisenarmaturen	bei trockenem Isolator	13	20	37	29	47	44	57	54
	bei senkrecht auffallendem Regen von 4 mm/Min.	4,5[1])	5,5	16	15,5	19	25	32	28
	bei unter 45° auffallendem Regen von 4 mm/Min.	8[1])	7	20	19	27,5	27	29,5	28
Kompl. Tragbockisolation bei 95 mm Abstand zwischen den Rändern der Tragbock- und Diaboloisolatoren	bei trockenen Isolatoren	23	—	55	—	86	—	91	—
	bei senkrecht auffallendem Regen von 4 mm/Min.	9,5[1])	—	25	—	40,5	—	51	—
	bei unter 45° auffallendem Regen von 4 mm/Min.	11[1])	—	23	—	51	—	54	—

Isolationsprüfungen an einem stehenden Freileitungsisolator für 15000 Volt nach Fig. 4 und an einem Fahrdraht-Hängeisolator für 3000 Volt nach Fig. 5, sowie an Innenraum-Stützisolatoren für 50000 Volt und 15000 Volt nach Fig. 6 haben die in Tabelle II aufgezeichneten Resultate ergeben.

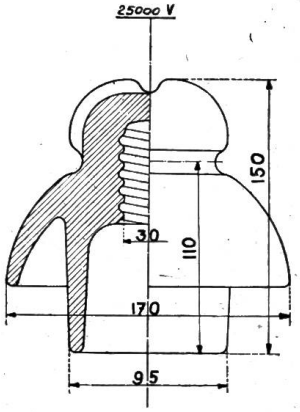

Fig. 4.

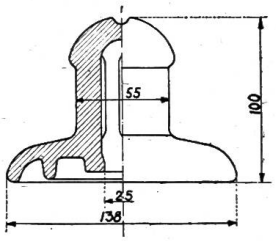

Fig. 5.

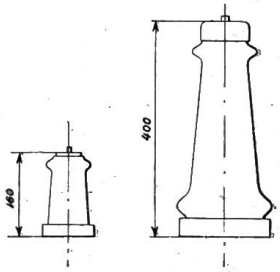

Fig. 6.

[1]) Die komplette Tragbockkonstruktion ist für 10000 Volt Betriebsspannung bestimmt. Im Normalbetrieb haben daher Tragbock- und Diaboloisolator je annähernd die Hälfte, also zirka 5000 Volt auszuhalten.

Ergebnisse der Prüfungen von Glasisolatoren verschiedener Form für verschiedene Betriebsspannungen. Tabelle II

Prüfgegenstand und Prüfanordnung		Beginn des Glimmens bei ca. kV	Beginn der Büschelentladungen bei ca. kV	Erste Vorentladung bei ca. kV	Ueberschlag bei kV
Freileitungsisolator für 15000 Volt Prüfung bei 12° C Raumtemperatur und 74 % relativer Luftfeuchtigkeit	bei trockenem Isolator	13 [1])	77	—	95
	bei senkrecht auffallendem Regen von 8 mm/Min.	22 [1])	37,5	—	39
	bei unter 45° auffallendem Regen von 8 mm/Min.	20,5 [1])	39	—	42
Fahrdraht-Hängeisolator für 3000 Volt Prüfung bei 14° C Raumtemperatur und 62 % relativer Luftfeuchtigkeit	bei trockenem Isolator	18,2	21	41,5	46 [2])
	bei senkrecht auffallendem Regen von 8 mm/Min.	8,4	19,6	18 ÷ 25	— [3])
	bei unter 45° auffallendem Regen von 8 mm/Min.	13	—	18 ÷ 25	— [3])
Innenraum-Stützisolator für 50000 Volt Prüfung bei 10° C Raumtemperatur und 77 % relativer Luftfeuchtigkeit	*a*) Isolator aus durchsichtigem Glas	54 [4])	82,5	110	119
	b) gleicher Isolatortyp wie *a*) m. Ripolinfarbanstrich aussen	47 [4])	81	105	108
	c) gleicher Isolator wie bei *b*) nach dem Entfernen des Farbanstrichs	76 [4])	87,5	112	116
Innenraum-Stützisolator für 15000 Volt Prüfung bei 12,5° C Raumtemperatur und 64 % relativer Luftfeuchtigkeit	Isolatorglas innen mit weisser Ripolinfarbe bestrichen.	35 [5])	—	—	47,5 [5])

Die Ergebnisse dieser Versuche können dahin gedeutet werden, dass auch diese Typen von Glasisolatoren in elektrischer Beziehung den Anforderungen genügen.

Von grosser Wichtigkeit ist das Verhalten der Glasisolatoren bei allfällig eingetretenen Beschädigungen, z. B. Rissen und Sprüngen, hervorgerufen durch innere Spannungen oder durch äussere mechanische Beanspruchung. Die in Tabelle III zusammengestellten Versuche geben hierüber einige Anhaltspunkte.

Bemerkenswert sind ferner die

Versuche an einem künstlich stark rissig gemachten Isolator.

Es wurde ein Tragbockisolator für 10 000 V Betriebsspannung in heissem Zustande dem Kühlofen entnommen und in kaltes Wasser getaucht. Dadurch bildeten sich eine Menge Quer- und Längsrisse, wie sie an Fig. 7 ersichtlich sind, ohne dass der Isolator in

[1]) Bei zweckmässiger Montage des Leitungsdrahtes auf dem Isolator werden die Glimmspannungen erhöht und es kann dieser wohl auch für höhere Spannungen bis 20 kV verwendet werden.

[2]) Spannung, bei der ein dauernder Lichtbogen eintritt.

[3]) Unter Regen bildet sich kein dauernder Lichtbogen. Die Randentladungen sind bei 18 ÷ 25 kV so stark, dass sie den dem Prüftransformator vorgeschalteten Automaten auslösten.

[4]) Beginn des Glimmens am obern Kappenrand.

[5]) Der Ueberschlag erfolgte innen; bei zirka 29 kV begann ein leises Zischen, bei zirka 35 kV ein Glimmen am Rand der untern Kappe.

Vergleichende Versuche mit fehlerlosen und rissigen Tragbock- und Diaboloisolatoren für 10 kV[1]) Betriebsspannung. Tabelle III

Bei 12° C Raumtemperatur und 60% relativer Luftfeuchtigkeit.									
Prüfgegenstand und Prüfanordnung		Beginn des Glimmens bei ca. kV		Beginn der Büschelentladungen bei ca. kV		Beginn der Vorentladungen bei ca. kV		Ueberschlag bei kV	
		fehlerlos	rissig	fehlerlos	rissig	fehlerlos	rissig	fehlerlos	rissig
Tragbock-isolator mit Armaturen	bei trockenem Isolator	14	16	39	29	57	50	65	61
	bei senkrecht auffallendem Regen von 4 mm/Min.	6,5	5	12,5	13	22	21,5	30	29
Diabolo-isolator mit Armaturen	bei trockenem Isolator	13	15	37	39	47	50	57	57
	bei senkrecht auffallendem Regen von 4 mm/Min.	4,5	5	16	12,5	19	20	32	28

Stücke zerfiel, sondern noch so fest war, dass er nur durch mechanische Einwirkung in Stücke gelegt werden konnte. Eine damit vorgenommene Isolationsprüfung ergab, dass er in trockenem Zustand bei 28 kV in der Halsgegend durchschlug ohne dabei zu zerfallen. Derselbe rissig gemachte Isolator wurde auch auf Wasserdurchlässigkeit geprüft, indem er, den Kopf nach unten, in Wasser getaucht und, den innern Rand ebenfalls mit Wasser angefüllt, mehrere Tage stehen gelassen wurde, ohne dass sich bei seiner innern Höhlung ein Durchdringen von Wasser oder Feuchtigkeit konstatieren liess.

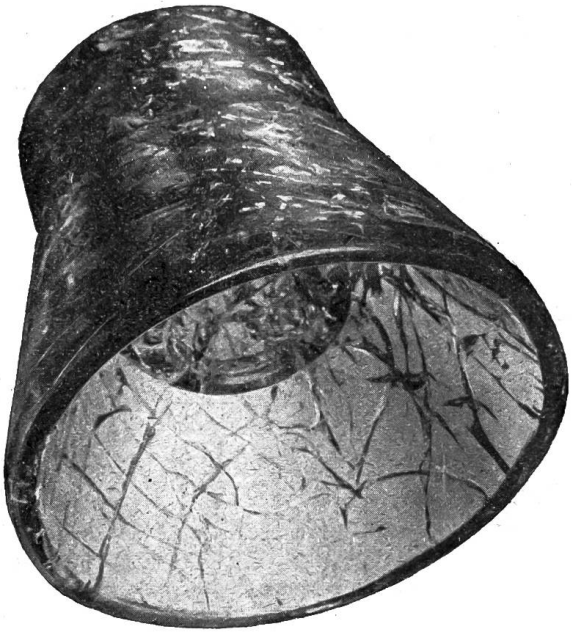

Fig. 7.

Obwohl selbstverständlich rissig oder defekt gewordene Isolatoren im Betrieb so rasch als möglich ersetzt werden müssen, lassen obige Versuchsergebnisse doch darauf schliessen, dass an den Glasisolatoren allfälig auftretende Risse und Sprünge nicht ohne weiteres eine Betriebsstörung verursachen, sondern dass sie in trockenem Zustande und bei Regen auch rissig noch genügend elektrische Festigkeit aufweisen, um bis zum Ersatz ihren Dienst zu leisten.

Zu einem endgültigen vergleichenden Urteil zwischen Porzellan- und Glasisolatoren werden natürlich auch über dies neue Fabrikat längere Erfahrungen aus dem praktischen Betrieb notwendig sein. Sie werden zeigen, wie weit dies Fabrikat die bis jetzt gemachten zum Teil weniger guten Erfahrungen zu korrigieren imstande ist. *Das Ergebnis der Prüfungen erscheint indessen für die Vornahme praktischer Erprobungen im grössern Masstabe Zutrauen erweckend.*

Das Verhalten der Glasisolatoren bei mechanischer und thermischer Beanspruchung.

Ein weniger günstiges Verhalten als in elektrischer Beziehung scheint bei den Glasisolatoren a priori in mechanischer Beziehung zu erwarten zu sein. Es sind nun im

[1]) Die normalerweise effektiv auszuhaltende Betriebsspannung je eines Isolators ist zirka 5 kV.

Folgenden einige

Versuchsergebnisse mechanischer Proben

angeführt.

Ein Diaboloisolator wurde, wie in Fig. 8 ersichtlich, belastet. Bei einer Belastung von P = 4140 kg begann sich die Eisenstange zu verbiegen, ohne dass der Isolator beschädigt wurde.

Mit Hänge-Fahrisolatoren, nach Fig. 5, wurden folgende Festigkeitsproben ausgeführt: Ein Isolator mit eingekittetem Bolzen wurde nach Fig. 9 a auf seine *Zugfestigkeit* geprüft. Bei einer Belastung von *530 kg* wurde der Glaskopf abgerissen. Ein weiterer Isolator ohne eingekitteten Bolzen wurde nach Fig. 9 b einer *Druckprobe* unterzogen. Bei einem Druck von *16 250 kg* erfolgte ein plötzlicher Bruch unter vollständiger Zersplitterung des Isolators. Ein dritter Isolator wurde nach Fig. 9 c auf *Biegung* beansprucht. Bei einer Belastung von 200 ÷ 250 kg begann sich der Bolzen zu verbiegen; bei *550 kg* war er stark gekrümmt, ohne dass der Isolator oder die Einkittung Schaden gelitten hätten.

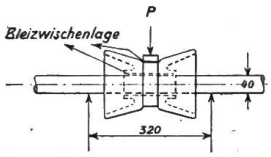

Fig. 8.

Diese Prüfungen zeigen, dass diese Glasisolatoren den vorkommenden mechanischen Beanspruchungen doch sehr wohl gewachsen sind.

Ein weiterer wichtiger Punkt, in dem die bisher verwendeten Glasisolatoren denjenigen aus Porzellan nachstanden und der vielfach der Grund war für die mit diesem Material

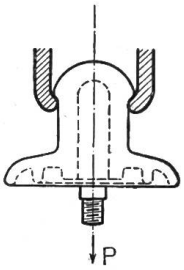

Fig. 9 a.

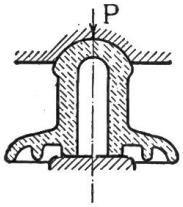

Fig. 9 b.

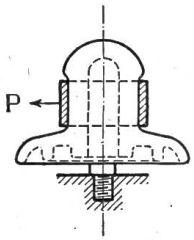

Fig. 9 c.

gemachten ungünstigen Erfahrungen, war die geringe Widerstandskraft gegen Temperaturschwankungen. Geeignete Fabrikations- und sorgfältige Abkühlungsverfahren dürften wohl diese Eigenschaften wesentlich verbessern.

Temperatur-Versuche mit Fahrleitungs-Glasisolatoren

ergaben nachfolgende Resultate: Es wurden ca. 10 Isolatoren des in Fig. 5 abgebildeten Typs, den Kopf nach unten, bis an den Tellerrand in Wasser von 8° C eingetaucht. Ins Bolzenloch wurde Wasser von 100° C eingeschüttet, ohne dass ein Isolator Schaden nahm. Bei einem weiteren Versuche wurden Isolatoren mit und ohne eingekitteten Bolzen in Wasser zunehmend und langsam erwärmt und dann rasch in Wasser von 8° C eingetaucht. Bei Erwärmung auf durchschnittlich 60° C, also im Mittel bei einem plötzlichen Temperatursturz von 52° C, wurden die Isolatoren sowohl mit als ohne eingekitteten Bolzen rissig [1]) ohne aber in Stücke zu zerfallen. Obschon im Betrieb bei Isolatoren im Freien Temperaturschwankungen bis gegen 50° C wohl denkbar sind (z. B. an heissen Sommertagen bei eintretenden starken Gewitterregen oder Hagel), so treten sie doch nicht so plötzlich wie in obigem Versuch ein. Bei langsamerer Abkühlung wird der Isolator auch grössere Temperaturschwankungen ohne Schaden ertragen. Es ist noch zu erwähnen, dass die neuen Glasisolatoren sämtlich aus durchsichtigem Glas hergestellt sind. Dieses absorbiert die Sonnenstrahlen weniger und erwärmt sich infolgedessen auch weniger stark als das früher verwendete dunkelgrüne Glas.

Weitere Temperaturversuche mit anderen Isolatortypen, sowie Dauerversuche mit mehrfach sich wiederholenden Temperaturschwankungen liegen vorläufig nicht vor.

[1]) In den meisten Fällen bildet sich ein einziger Riss im Glas.

Es sind vor allem *wirtschaftliche Erwägungen,* die es uns angezeigt erscheinen lassen, die neuen Glasisolatoren im Bulletin zu erwähnen und einige Versuchsergebnisse zu veröffentlichen. Diese Isolatoren werden in einheimischen Glasfabriken hergestellt. Der Vorteil der Unabhängigkeit vom Ausland wird sich unter anderm vor allem in den kurzen Lieferfristen äussern. Es wäre zu wünschen, dass die elektrischen Bahnen und die Elektrizitätswerke dieses einheimische Fabrikat in Mengen, die zu schlüssigen Ergebnissen führen können, im praktischen Betriebe erproben würden.

Literatur.

Eingegangene Werke.

Schweizer Kalender für Elektrotechniker. Begründet von F. Uppenborn. Unter Mitwirkung des *Generalsekretariats des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins,* herausgegeben von *G. Dettmar,* Generalsekretär des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, Berlin. 17. Jahrgang 1920 — 2 Teile. Zürich, München und Berlin. Druck u. Verlag von R. Oldenbourg. Preis für beide Teile zusammen *Fr. 8.*— für Mitglieder und *Fr. 10.*— für Nichtmitglieder, zuzüglich Porto und Nachnahmespesen von Fr. —.50. Zu beziehen durch die *Kasse des S. E. V., Hardturmstrasse 20, Zürich 5.*

Vorgänge in der Scheibe eines Induktionszählers und der Wechselstromkompensator als Hilfsmittel zu deren Erforschung, von Dr. Ing. *W. v. Krukowski,* Verlag von Julius Springer, Berlin 1920, Preis Mk. 20.—.

Der Verfasser der vorliegenden kleinen Schrift stellt sich die Aufgabe, die Vorgänge in der Scheibe eines Induktionszählers auf physikalisch-experimentellen Grundlagen mittels dem Wechselstromkompensator zu erforschen.

In einer kurzen Einleitung sind zunächst die Gesichtspunkte bekannt gegeben, die der Arbeit zugrundeliegen. Im zweiten Abschnitt werden sodann die Beziehungen hergeleitet, welche die Triebströme in der Scheibe befolgen, wie dies bereits früher von zahlreichen Autoren geschehen ist. Anhand der aufgestellten Beziehungen gibt dann der Verfasser eine Methode der Berechnung der Scheibenströme und die Ermittlung ihres Verlaufes bekannt und findet auf Grund experimenteller Untersuchungen eine ziemlich gute Uebereinstimmung zwischen Rechnung und Versuch. Sehr beachtenswert sind hierbei die Versuche von Bäumler zur Darstellung des Verlaufes der Scheibenströme mittels stromdurchflossener Kupferdrähte, die durch eine Zinkscheibe isoliert hindurchgeführt sind, entsprechend den Polspuren des Triebsystemes eines Zählers. Diese so aufgenommenen Kraftlinienbilder geben in recht anschaulicher Weise den Verlauf der Scheibenströme wieder und hat Bäumler daraus dann ein graphisches Verfahren zur Ermittlung der Strömungsbilder entwickelt.

Im dritten Teil des Buches behandelt dann der Verfasser sehr ausführlich die Bremsströme in der Scheibe und deren Einflüsse auf die Fehlerkurven.

Der Verfasser kommt dann im ersten Teil dieses Abschnittes zu dem Resultate, dass bei symmetrischen Statoren der Einfluss der Strom- und Spannungsdämpfung nicht genügend erkannt worden sei und dieselbe unabhängig von der Phasenverschiebung der Flüsse beziehungsweise der Netzphasenverschiebung sei. Ferner hebt er hervor, dass in den Arbeiten von David und Simons, sowie von Schmiedel in den abgeleiteten Beziehungen bei den Dämpfungsgliedern Vorzeichenfehler enthalten seien.

Demgegenüber ist zu bemerken, dass diese Auffassung im Widerspruche mit der geometrischen Addition der Flüsse und namentlich mit experimentellen Ergebnissen bei Zählern steht, wonach mit zunehmender Netzphasenverschiebung die Dämpfung zunimmt. Dies steht auch vollständig mit den abgeleiteten Beziehungen im Einklang und kommt dieser Widerspruch nur von den zum Teil unrichtigen Ansätzen auf Seite 34 bis 36 des Buches her.

Am klarsten erkennt man diesen Irrtum sofort, wenn bei den aufgestellten Beziehungen gleichzeitig auch die Eigeninduktivität der Scheibe mitberücksichtigt wird. Der Referent hat bereits im Jahre 1912 nachgewiesen, dass die Eigeninduktivität solcher Scheiben einen viel grösseren Einfluss ausübt als schlechthin angenommen wird und lässt sich dies anhand der grundlegenden Arbeit von Rüdenberg über „Energie der Wirbelströme" ohne weiteres nachweisen.

Am Schlusse dieses Abschnittes bringt sodann der Verfasser einige Resultate seiner experimentellen Untersuchungen, wobei er sich in der Hauptsache auf die Untersuchung der Bremskonstante beschränkt und diese als Funktion der Drehzahl, des Bremsflusses und der Frequenz ermittelt.

Im viertel Teil des Buches geht der Verfasser eingehend auf die benutzten Apparate und Methoden ein, wie diese bei den erwähnten Zählerversuchen angewendet wurden. Insbesondere hebt er hervor, dass sowohl für die Messungen auf der Gleichstromseite des Antriebmotors, als auch auf der Wechselstromseite, dem eigentlichen Drehfeldmessgerät, die Kompensationsmethode angewendet wurde.

Im fünften Teil des Buches kommt schliesslich der Verfasser eingehend auf den bei den Versuchen verwendeten Wechselstromkompensator zu sprechen, wie diese Methode zuerst von Franke im Jahre 1891 und später von Drysdale im Jahre 1909 angegeben wurde. Der Verfasser beschreibt dann die Verbesserungen, die diese Methode durch ihn während einer Reihe von Jahren erfahren hat und widmet der Genauigkeit und den ihr anhaftenden Fehlererscheinungen