

SCHWEIZERISCHER ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

BULLETIN

GEMEINSAMES PUBLIKATIONSORGAN  
DES SCHWEIZ. ELEKTROTECHNISCHEN VEREINS (SEV)  
UND  
DES VERBANDES SCHWEIZ. ELEKTRIZITÄTWERKE (VSE)  
ERSCHEINT ALLE ZWEI WOCHEN

XXXIV. JAHRGANG

N<sup>o</sup> 26

Mittwoch, 29. Dezember 1943

INHALT:

	Seite
Neuzeitliche Isolierstoffe für die Hochfrequenztechnik, Vortrag, gehalten an der 7. Hochfrequenztagung des SEV am 17. Juli 1943 in Fryburg, von <i>H. Stäger</i> , Zürich . . . . .	783
Die Blitzmeßstation auf dem Monte San Salvatore. Von <i>K. Berger</i> , Zürich . . . . .	803
Nachrichten- und Hochfrequenztechnik . . . . .	805
<i>Mesure subjective de la qualité des circuits téléphoniques III</i> 805	
Miscellanea . . . . .	808
In memoriam: <i>Fritz Marti</i> † 808 — Persönliches und Firmen: Eidg. Post- und Eisenbahndepartement — Gesellschaft der Ludwig von Rollschen Eisenwerke A.G., Gerlafingen — Elektra Birseck, Münchenstein 809 — Kleine Mitteilungen: Elektrischer Betrieb Wil-Wattwil — Der Bau des Kraftwerkes Rossens beschlossen 809	
Literatur . . . . .	809
Praktische Physik. Von <i>F. Kohlrausch</i> 809	
Prüfzeichen und Prüfberichte des SEV . . . . .	810
I. Qualitätszeichen für Installationsmaterial: Schalter — Isolierte Leiter 810 — III. Radio-schutzzeichen des SEV: Heizkissen — Staubsauger 810 — IV. Prüfberichte: Heizkissen 810	
Vereinsnachrichten . . . . .	811
Totenliste: <i>Henri Payot</i> † — Vorstand SEV — Neue Freimitglieder — Fachkollegien 2/14, 24 und 25 des CES — Kleinspannungslampen für Beleuchtungszwecke 811 — Elektrizität, technisches Zeitbild aus der LA 1939 — Meisterprüfungen VSEI/VSE 812	
Jahresversammlungen des SEV und VSE in Montreux am 28., 29. und 30. August 1943 . .	812
Protokoll der 58. Generalversammlung des SEV 816 — Protokoll der 51. Generalversamm-lung des VSE 820	
Zeitschriftenrundschau und eingegangene Werke: nach Seite 822	
Offene Stellen siehe Inseratenseite XXIII	

Dieser Nummer liegt das Inhaltsverzeichnis pro 1943 bei

REDAKTION:  
SEKRETARIAT DES SCHWEIZERISCHEN ELEKTROTECHNISCHEN VEREINS, ZÜRICH 8, SEEFELDSTRASSE 301  
TELEPHON: 46746 ♦ POSTCHECK-KONTO: VIII 6133 ♦ TELEGRAMM-ADRESSE: ELEKTROVEREIN ZÜRICH  
ADMINISTRATION:  
ZÜRICH, STAUFFACHERQUAI 36 ♦ TELEPHON: 51742 ♦ POSTCHECK-KONTO: VIII 8481

REDAKTION:

Sekretariat des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
Zürich 8, Seefeldstrasse 301

ADMINISTRATION:

Zürich, Stauffacherquai 36 ♦ Telefon 5 17 42  
Postcheck-Konto VIII 8481

Nachdruck von Text oder Figuren ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit Quellenangabe gestattet

XXXIV. Jahrgang

N<sup>o</sup> 26

Mittwoch, 29. Dezember 1943

Neuzeitliche Isolierstoffe für die Hochfrequenztechnik

Vortrag, gehalten an der 7. Hochfrequenztagung des SEV am 17. Juli 1943 in Fryburg,  
von H. Stäger, Zürich

621.815.61.029.5

*Es wird einleitend ein Ueberblick gegeben über den chemischen Aufbau der anorganischen und organischen Isolierstoffe im allgemeinen. Dann folgt eine Betrachtung über die verschiedenen Beanspruchungsarten bei Verwendung im Nieder- bzw. Hochfrequenzgebiet. Bei den anorganischen Isolierstoffen werden die kristallinen Festkörper (Naturstoffe) und die amorphen Festkörper (Gläser, anorganische Kunststoffe) bezüglich ihrer bessern Eignung für die Verwendung in der Niederfrequenztechnik behandelt. Ähnlich gestaltet sich die Beschreibung der organischen Isolierstoffe, nur mit dem Unterschied, dass hier vorerst die flüssigen organischen Isolierstoffe behandelt werden. Im Gegensatz zu den anorganischen Isolierstoffen fallen im organischen Gebiet die kristallinen Werkstoffe aus, und es werden daher nur die amorphen Festkörper, unterteilt in Polymerisate und Polykondensate, behandelt.*

*L'auteur présente tout d'abord un aperçu général de la constitution chimique des isolants minéraux et organiques, puis il examine les sollicitations en basse et en haute fréquence. Parmi les isolants d'origine minérale, les solides cristallisés (isolants naturels) et les solides amorphes (verres, isolants artificiels), sont considérés du point de vue de leur emploi en technique à basse fréquence à laquelle ils sont mieux appropriés. Les isolants organiques sont étudiés d'une façon analogue, mais en commençant par les isolants liquides. Contrairement aux isolants d'origine minérale, les matières cristallisées ne se présentent pas parmi les isolants organiques, de sorte que les études ne portent que sur les solides amorphes polymérisés et polycondensés.*

I. Allgemeines

Zum Isolieren spannungsführender Teile elektrischer Maschinen und Apparate werden schon seit den ersten Zeiten der Elektrotechnik verschiedene Natur- und Kunststoffe verwendet. Zuerst waren die Naturstoffe (anorganische und organische) vorherrschend. Von den künstlich erzeugten Werkstoffen waren es vor allem gewisse keramische Isolierstoffe, die schon frühzeitig mit Erfolg eingesetzt worden sind. Vorerst waren die dielektrischen Anforderungen nicht sehr hoch. Im Verlaufe der Zeit veränderten sich aber diese Verhältnisse beträchtlich. Die Beanspruchungen waren in gewissen Fällen nicht mehr nur einseitig, sondern vielseitig (dielektrisch und mechanisch gleichzeitig, dielektrisch und chemisch gleichzeitig, usw.). Die Erforschung des werkstofflichen Verhaltens unter den in der Elektrotechnik vorkommenden Bedingungen machte rasche Fortschritte. Mit der Entwicklung der Hochfrequenztechnik kamen wiederum neue Gesichtspunkte hinzu, so dass die Werkstoffforscher gezwungen waren, ihre Untersuchungsmethoden immer weiter auszubauen.

Trotz aller Anstrengungen sind wir bis heute noch nicht so weit gekommen, dass eine einheitliche Systematik und Nomenklatur hätte aufgebaut werden können. Aus den obigen Andeutungen wäre es beispielsweise möglich, eine Unterteilung nach den Anwendungsgebieten (Niederfrequenz, Hochfrequenz, Starkstrom, Schwachstrom) vorzunehmen. Damit würden aber die werkstoffkundlichen

Gesichtspunkte ausser Acht gelassen. Man hat Unterteilungen nach den Aggregatzuständen (gasförmig, flüssig und fest) vorgeschlagen. Eine solche Systematik setzt gewisse Kenntnisse über das Wesen der Isolierstoffe voraus.

Die neuesten Untersuchungen haben eindeutig erkennen lassen, dass die dielektrischen Eigenschaften in hohem Masse mit dem chemischen Aufbau der Grundmoleküle zusammenhängen. Es empfielt sich daher für die folgende Betrachtung, um vor allem die Beanspruchungen und Anforderungen bei Nieder- und Hochfrequenz gut auseinanderhalten zu können, eine Unterteilung in dieser Richtung. Nachdem die Chemie die von ihr untersuchten Stoffe in anorganische und organische Stoffe unterteilt, werden wir auch für unsere Betrachtung die entsprechende Systematik übernehmen. Wie bekannt ist, stammt die Unterscheidung in eine anorganische und eine organische Welt aus früherer Zeit, wo noch die Auffassung vorhanden war, dass organische Verbindungen nur unter der Mitwirkung des Lebenden entstehen können. Nachdem durch die Harnstoffsynthese von E. Wöhler diese Auffassung aufgegeben werden musste, wäre eigentlich die Bezeichnung «organische Chemie» zu verlassen; dies um so mehr, als es sich in der neueren Zeit gezeigt hat, dass eine andere Eigenschaft, nämlich die Biostruktur als Begriff in der früheren Auffassung ihre Geltung verloren hat. Der Begriff organische Stoffe hat aber insofern seine Bedeutung noch beibehalten,

als nur unter Leitung und Steuerung durch das Leben, und nur wenn das Leben als Täter eingreift, sich der Kohlenstoff mit anderen Elementen zu den organischen Molekülen verbindet<sup>1)</sup>.

Auf Grund dieser Ueberlegungen werden wir für die weitere Betrachtung die Isolierstoffe in anorganische und organische unterteilen und die massgeblichen Gesichtspunkte, nämlich chemische Zusammensetzung, Aufbau und Gefüge und dielektrisches Verhalten besprechen müssen. Dabei wird kein Unterschied gemacht zwischen natürlichen und künstlichen Werkstoffen. Es soll dadurch ein besserer Ueberblick erreicht werden, insofern als die massgeblichen Gesichtspunkte nicht von der Entstehungs- oder Herstellungsart in erster Linie abhängig sind. Die anorganischen Werkstoffe, die für die Isoliertechnik in Frage kommen, sind niedermolekular und bestehen gewöhnlich aus Gemischen von Oxyden. Die organischen Isolierstoffe sind definitionsgemäss Kohlenstoffverbindungen, die einerseits als niedermolekular, andererseits aber als makromolekular zu bezeichnen sind. (Es wird weiter unten noch eingehender auf die Unterschiede eingegangen.)

Nach dieser grundsätzlichen Kennzeichnung müssen wir uns nun mit dem Aufbau und dem Gefüge befassen. Die anorganischen Isolierstoffe werden vornehmlich als Festkörper gebraucht, wobei wir zwischen amorphen und kristallinen Festkörpern unterscheiden müssen.

Die anorganischen, amorphen Festkörper kommen als Gläser zur Anwendung, die bei hohen Temperaturen in echte Schmelzlösungen übergehen, die ausgesprochenes Ionenleitvermögen und elektrolytische Dissoziation aufweisen. Der Aufbau und das Gefüge der Gläser wird vorerst durch eine Netzbildung bedingt und schliesslich durch Aggregation der in den Netzen zusammengefassten Molekülgruppen. Der Zusammenhalt in den Molekülen wird durch Coulombsche Kräfte bewirkt. Bei der Entstehung der Aggregation können neben den inner- auch noch zwischenmolekulare Kräfte eine Rolle spielen. Die anorganischen Gläser darf man wohl mit Recht als Dispersionskolloide bezeichnen.

Neben den anorganischen, amorphen Festkörpern müssen noch die kristallinen Festkörper erwähnt werden. Der Aufbau erfolgt über Ionengitter oder Gitter mit heteropolarem Gefüge und über Molekülgitter oder Gitter mit homöopolarem Gefüge.

Das Ionengitter besteht aus einem Verbands von Ionen, die durch elektrostatische Coulombsche Kräfte zusammengehalten werden. Die Stabilitätsbedingungen eines solchen Gitters verlangen eine bestimmte geometrisch-symmetrische Anordnung der Ionen im Raum. Es ist gelungen, den Gitterverband elektrostatisch rechnerisch zu erfassen, sowie auch die gesamten elektromagnetischen Eigenschaften des Kristalles elektrodynamisch abzuleiten. Dadurch sind auch die anziehenden und abstos-

senden Kräfte im Gitter festgelegt worden, und die Betrachtung eines Ionengitters als Potentialgitter ist heute geläufig.

Die homöopolaren Molekülgitter zeigen einen anderen Bindungstypus, und zwar die Valenzbindung. Dabei werden nicht entgegengesetzte Ladungen durch Coulombsche Kräfte gebunden, bzw. durch Abstossungskräfte auseinandergehalten, sondern die Valenzelektronen umkreisen die Kernladungen gemeinsam gekoppelt. Die Gitter werden durch Haupt- und Nebervalenzkräfte zusammengehalten. In besonderen Fällen muss noch die Koordinationszahl zur Erklärung des Aufbaues der Gitter, vor allem der Silikate, herbeigezogen werden. Die Koordinationszahl ist rein geometrisch zu bewerten und bedeutet die Zahl der um ein Zentralatom in erster Sphäre gebundenen Teilehen. Die räumlich-kristallographische Deutung dieser Zahl führt zur Charakterisierung des Koordinationschemas<sup>2)</sup>.

Bei den organischen Isolierkräften müssen wir vorerst die Flüssigkeiten erwähnen, und zwar handelt es sich gewöhnlich um Flüssigkeitsgemische nieder- bis mittelmolekularer Stoffe. Daneben gewinnen vor allem die amorphen Festkörper mehr und mehr an Bedeutung. Nachdem es in den letzten Jahren gelungen ist, den Aufbau und das Gefüge der makromolekularen Stoffe besser zu erfassen, konnte man sich auch einige brauchbare Vorstellungen über diese Werkstoffe zurechtlegen. Wir haben es vornehmlich mit Molekülgittern zu tun, wobei man bei den makromolekularen Stoffen ein Makromolekülgitter annehmen muss. Auch bei diesen Stoffen werden die Bausteine durch Haupt- und Nebervalenzkräfte zusammengehalten. Eine wesentliche Rolle spielen dann, wie wir weiter unten noch sehen werden, neben den inner- die zwischenmolekularen Kräfte. Bei den Makromolekülen spielt vor allem die Anordnung der Atome im Molekül und der Moleküle untereinander eine wesentliche Rolle für die Formgebung. Man unterscheidet daher Linear- und Sphäromolekülkolloide.

Das dielektrische Verhalten ist verursacht durch die verschiedenen Bindungsarten der Bausteine. Bei den anorganischen Isolierstoffen wird das dielektrische Verhalten bedingt durch die Ionenbeweglichkeit einerseits und die Beweglichkeit polarer Gruppen andererseits. Bei den organischen Isolierstoffen muss vor allem die Beweglichkeit der polaren Gruppen berücksichtigt werden neben der Kettengliederbeweglichkeit. Die wichtigsten Punkte sind in Tabelle I zusammengestellt<sup>3)</sup>.

<sup>2)</sup> Es soll an dieser Stelle nicht auf das überaus umfangreiche Problem Real- und Idealkristall eingegangen werden. Eine kurze Zusammenfassung findet sich bei E. Brandenberger, Schweiz. Arch. f. angew. Wiss. u. Techn., Bd. 1 (1935), S. 13.

<sup>3)</sup> Anlässlich des Vortrages wurden die verschiedenen Uebersichts- und Eigenschaftstabellen als Diapositive gezeigt. Obschon im Text die einzelnen Eigenschaften und Zusammenhänge beschrieben worden sind, ist es nach Auffassung des Verfassers wohl zulässig, vielleicht sogar erwünscht, eine tabellarische Zusammenfassung, die die wichtigsten Begriffe stichwortartig enthält, beizufügen.

<sup>1)</sup> H. Petersen, Physis, Bd. 1 (1943), S. 41.

Allgemeiner Ueberblick über die Grundeigenschaften der elektrotechnischen Isolierstoffe

Tabelle I

Anorganische	Organische
<i>Chemische Zusammensetzung</i>	
Gemische von Oxyden niedermolekular	Kohlenstoffverbindungen nieder- und makromolekular
<i>Aufbau und Gefüge</i>	
	Flüssigkeiten (Gemische niedermolekularer Kohlenwasserstoffe)
Amorphe Festkörper (Gläser) Netzbildung, Aggregationen, Coulombsche Kräfte, Inner-zwischenmolekulare Kräfte, Dispersionskolloide	Amorphe Festkörper (Organische Gläser, Flüssigkeiten mit fixierter Struktur) Haupt- und Nebenvalenzkräfte, Inner- und zwischenmolekulare Kräfte, Linear-Sphäro-Molekülkolloide, Makromolekül-gitter
Kristalline Festkörper Ionen- (heteropolare) Gitter, Coulombsche Kräfte (anziehende, abstoßende), Potentialgitter, Koordination, Molekül- (homöopolare) Gitter, Haupt- und Nebenvalenzkräfte, Koordination (Koordinationszahl, Koordinationsschema, Koordinationpolyeder)	
<i>Dielektrisches Verhalten</i>	
Ionenbeweglichkeit Polare Gruppenbeweglichkeit	Polare Gruppenbeweglichkeit Kettengliederbeweglichkeit

Nachdem wir die wesentlichen Unterschiede der anorganischen und der organischen Isolierstoffe besprochen haben, müssen wir unsere Betrachtung der Frage zuwenden, wie sich die Beanspruchungen und damit die Anforderungen der Isolierstoffe bei Nieder- und bei Hochfrequenz unterscheiden. Die massgeblichen Gesichtspunkte sind ohne Berücksichtigung der Art der Isolierstoffe aufzuführen. Zwischen den beiden Verwendungsarten bestehen wesentliche Unterschiede, und zwar verursacht durch das Auftreten des Verschiebungsstromes. In der Niederfrequenztechnik werden die Erscheinungen, die durch den Verschiebungsstrom verursacht werden, nicht beachtet, weil sie hinter den Erscheinungen, die mit dem Leitungsstrom zusammenhängen, vollständig zurücktreten. In der Niederfrequenztechnik werden die spannungsführenden Teile zum Teil so isoliert, dass nur eine dielektrische Beanspruchung auftritt. Vor allem in der neuesten Zeit werden aber zum Teil auch kombinierte Beanspruchungen (dielektrisch-chemisch, dielektrisch-mechanisch, dielektrisch-mechanisch-chemisch) gefordert. In der Hochfrequenztechnik werden die Isolierstoffe entweder als Dielektrikum im Hochfrequenzfeld benützt, oder für die Halterung stromführender Teile. Im ersten Fall muss eine möglichst verlustfreie Führung von Verschiebungsströmen gefordert werden. Das Dielektrikum muss einen

geringen Verlustwinkel aufweisen, der ausserdem von der Frequenz nicht und von der Temperatur nur in geringem Masse abhängig ist. Die Dielektrizitätskonstante soll so hoch als möglich liegen und von der Frequenz ebenfalls unabhängig sein. Die Halterung verlangt vor allem gute Formgebungseigenschaften. Die Halterungsteile müssen sehr leicht in die nötigen Formen gebracht werden können. Um eine kapazitätsfreie Halterung der stromführenden Teile zu ermöglichen, darf die Dielektrizitätskonstante nicht zu hoch sein.

Im Niederfrequenzgebiet spielt die elektrische Festigkeit eine wesentliche Rolle. Dabei müssen wir unterscheiden zwischen dem elektrischen Durchschlag und dem Wärmedurchschlag. Der elektrische Durchschlag tritt erst bei Feldstärken von 500—1000 kV/cm auf. Der Wärmedurchschlag ist vornehmlich abhängig von der Art der Isolierstoffe und dessen Aufbau (geschichtet—nichtgeschichtet). Im Hochfrequenzgebiet kommt der elektrische Durchschlag wohl kaum in Frage, weil die Durchbruchfeldstärken immer wesentlich niedriger liegen als die dielektrische Festigkeit des Isolierstoffes. Der Wärmedurchschlag kann jedoch im Zusammenhang mit den dielektrischen Verlusten und deren Temperaturabhängigkeit vorkommen. Es ist auch zu beachten, dass die elektrische Festigkeit mit zunehmender Frequenz abnimmt.

Der Oberflächen- und Durchgangswiderstand können je nach der Verwendung im Niederfrequenzgebiet eine beachtliche Rolle spielen. Bei Hochfrequenzbeanspruchung spielt die Oberflächenleitfähigkeit lediglich eine Rolle bei gewissen Anwendungen im Flugwesen (wo tiefe Temperaturen auftreten können). Ein zu geringer Durchgangswiderstand verursacht unter Umständen beträchtliche Leitfähigkeit für Blindströme. Es kann dies bis zum Aufhören der Isolierung führen, vor allem bei hoher Dielektrizitätskonstante.

Bezüglich des Verschiebungsstromes haben wir uns schon weiter oben geäußert, da durch das diesbezügliche Verhalten die Unterschiede ja vor allem bedingt werden.

Der dielektrische Verlustfaktor muss im Niederfrequenzgebiet unter anderem im Zusammenhang mit dem Wärmedurchschlag berücksichtigt werden. Bei Verwendung für Hochfrequenz kann durch einen zu hohen dielektrischen Verlustfaktor beträchtliche Wärme erzeugt werden, womit dann Zerstörungen der Werkstoffe eingeleitet werden können.

Bezüglich der mechanischen Eigenschaften sind wohl die Beanspruchungen im Niederfrequenzgebiet vor allem bei kombinierten Beanspruchungen grösser als üblicherweise bei Hochfrequenzverwendung.

Zufolge gelegentlicher Beanspruchung durch von aussen einstrahlende Wärme oder durch im Isolierstoff erzeugte Wärme muss in beiden Verwendungsbereichen für die Isolierstoffe die nötige Wärmebeständigkeit gefordert werden.

Die Verhältnisse im Niederfrequenzgebiet verlangen schliesslich, dass die Isolierstoffe eine mög-

Vergleich der Anforderungen für Isolierstoffe der Nieder- und Hochfrequenztechnik

Tabelle II.

Niederfrequenz	Hochfrequenz
Isolierung spannungsführender Teile (dielektrische Beanspruchung)	Dielektrikum im Hochfrequenzfeld (möglichst verlustfreie Führung von Verschiebungsströmen)
Übertragung mechanischer Kräfte unter elektrischer Spannung (dielektrische und mechanische Beanspruchung gleichzeitig)	Halterung (möglichst kapazitätsfreie Halterung stromführender Teile)
Dielektrische Festigkeit Elektrischer Durchschlag (500...1000 kV/cm) Wärmedurchschlag	Dielektrische Festigkeit Elektrischer Durchschlag spielt keine Rolle, Durchbruchfeldstärken wesentlich niedriger. Wärmedurchschlag, Durchschlagsfestigkeit nimmt mit zunehmender Frequenz ab
Oberflächen-Durchgangswiderstand	Durchgangswiderstand (unabhängig von andern Isoliereigenschaften, beträchtliche Leitfähigkeit für Blindströme. Aufhöhen der Isolierung um so mehr, je höher DK)
Verschiebungsstrom kann gegenüber Leitungsstrom vernachlässigt werden	Verschiebungsstromdichte kann Grössenordnungen der normalen Stromdichte in Leitern von Gleichstrom erreichen
Dielektrischer Verlustfaktor (Wärmedurchschlag temperaturabhängig)	Dielektrischer Verlustfaktor (tg $\delta$ der Blindleistung kann beträchtliche Wärme erzeugen)
Mechanische Festigkeit (statisch, wechselnd) Wärmebeständigkeit Kriechwegbildung Kriechstromfestigkeit Kriechstromsicherheit	Mechanische Festigkeit Wärmebeständigkeit

Eigenschaften der Hochfrequenz-Isolierstoffe

Tabelle III

Halterung stromführender Leiter	Dielektrikum
Leichte Formgebung für die Halterungskonstruktionen, leichtes Anbringen von Metallteilen	Formgebungseigenschaften nicht wichtig Vor allem gute dielektrische Eigenschaften, geringer Verlustfaktor, unabhängig von Frequenz und Feldstärke nur wenig abhängig von Temperatur
Nicht zu hohe DK (kleine Halterungskapazität)	Möglichst hohe DK, unabhängig von der Frequenz (gedrängte Bauweise, kurze Leitungsverbindungen, geringe Selbstinduktion)
Geringe Oberflächenleitfähigkeit (Hochfrequenzgeräte für Flugzeuge)	
Verlustfaktor, Überschlagsfestigkeit, Kriechstromsicherheit nicht wichtig	Dielektrische Festigkeit genügend (geringe Dicke des Dielektrikums)

lichst geringe Neigung zur Kriechwegbildung, mit anderen Worten also eine grosse Kriechstromfestigkeit, aufweisen, wobei die Kriechstromfestigkeit als Werkstoffeigenschaft zu betrachten ist. Die Vermeidung von Kriechwegbildung von ganzen Bauteilen wird durch die Kriechstromsicherheit erfasst. Demgemäss ist sie keine Werkstoffeigenschaft, sondern hängt vielmehr mit der Formgebung zusammen. Im Hochfrequenzgebiet spielen diese Gesichtspunkte keine Rolle.

Eine zusammenfassende Gegenüberstellung der gekennzeichneten Eigenschaften geben die Tabellen II und III.

Durch diese gedrängte Betrachtung sind die verschiedenen Beanspruchungen einerseits und die nötigen Anforderungen andererseits umschrieben, und es sollen nun in der weiteren Beschreibung die einzelnen Werkstoffe behandelt werden.

## 2. Anorganische Isolierstoffe

Zur Systematik in der Werkstoffkunde der Isolierstoffe haben wir im vorangehenden Abschnitt einige Bemerkungen gemacht. Für die vorliegende Betrachtung soll die Einteilung nach dem chemischen Aufbau erfolgen. Demgemäss ist das ganze Gebiet in anorganische und organische Isolierstoffe unterteilt worden. Nach dieser groben Einteilung zeigen sich aber bereits verschiedene Schwierigkeiten für die weitere Betrachtung. In Tabelle I haben wir die Isolierstoffe bezüglich ihres Aufbaues und Gefüges im Sinne der zunehmenden Ordnung (amorphe Festkörper, kristalline Festkörper) erwähnt. In diesem Abschnitt müssen wir dieses Prinzip verlassen und die kristallinen Festkörper vorausnehmen, weil sie zu den ältesten Isolierstoffen gehören und vor allem der Natur entstammen und daher als Naturstoffe zu bezeichnen sind. Zur zweiten Gruppe der anorganischen Isolierstoffe gehören die amorphen Festkörper, die gewöhnlich künstlich hergestellt werden, und schliesslich folgen die gemischt amorph-kristallinen Festkörper, die als keramische Isolierstoffe bekannt sind und ebenfalls künstlich hergestellt werden. Diese Einteilung durchbricht zwar das im ersten Abschnitt angegebene Prinzip, berücksichtigt aber dafür die Entwicklung.

### a) Kristalline Festkörper (Naturstoffe)

Die beiden wichtigsten zu dieser Gruppe gehörenden Isolierstoffe, nämlich Glimmer und Quarz, werden von der anorganischen Welt zur Verfügung gestellt. Sie gehören zu den ältesten natürlichen Isolierstoffen der Elektrotechnik und würden die Überschrift «Neuzeitliche Isolierstoffe» nicht rechtfertigen. Sie sollen an dieser Stelle jedoch trotzdem erwähnt werden, damit der zusammenfassende Ueberblick gewahrt bleibt.

*Glimmer:* Die Natur stellt verschiedene Glimmersorten zur Verfügung. Sie zeichnen sich alle durch die grosse Spaltbarkeit aus, die für die technische Verwendung von grosstem Vorteil ist. Durch das Spalten des Glimmers wird es möglich, sehr

dünne isolierende Schichten bis hinunter zu 10  $\mu$  herzustellen. Es sind dies wohl die dünnsten Isolierschichten, die überhaupt, mit Ausnahme von Lack- und Oxydschichten, zur Anwendung kommen. Zum Vergleich soll erwähnt werden, dass die heute üblichen Kunststofffilme minimale Dicken von 20  $\mu$  aufweisen. Im Zusammenhang mit der chemischen Zusammensetzung verändern sich na-

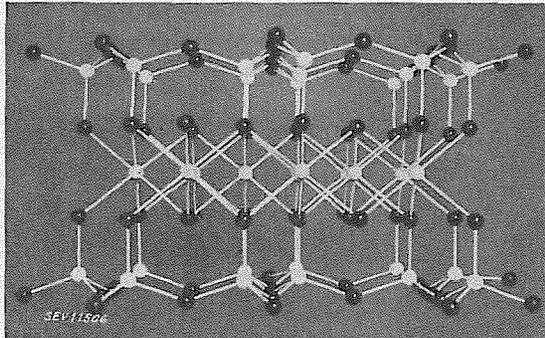


Fig. 1.  
Struktur von Glimmer (nach P. Niggli)

türlicherweise auch die dielektrischen Eigenschaften. Ausschlaggebend ist der stereochemische Aufbau der Glimmer, wie er aus Fig. 1 hervorgeht.<sup>3)</sup> Wir haben es mit einer Tripelschicht (tot, Tetraeder-Oktaeder-Tetraeder) als Strukturtyp zu tun. Für die Isoliertechnik können demgemäss nicht alle Glimmersorten in gleichem Masse benutzt werden. Glimmersorten gehören einerseits zu der Gruppe der Alkaliglimmer und andererseits zur Gruppe der Magnesia-Eisenglimmer. Neben den

Uebersicht über die Glimmerarten für die Hochfrequenztechnik

Tabelle IV.

I. Alkali-Glimmer		
<b>Muskovit</b> (Kaliglimmer) 6 SiO <sub>2</sub> · 3 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · K <sub>2</sub> O · 2 H <sub>2</sub> O	<b>Paragonit</b> (Natronglimmer)	<b>Lepidolith</b> (Lithiumglimmer)
Beständigkeit gegen atmosphärische Einflüsse gut		
Temperaturbeständigkeit 550...650° C		
dünnste Plättchen 10 $\mu$		
II. Magnesia-(Eisen)Glimmer		
<b>Phlogopit</b> Eisenarmer, magnesiumreicher Glimmer der Biotitreihe nicht beständig gegen atmosphärische Einflüsse temperaturbeständig 750...900° C	<b>Lepidomelan</b>	<b>Biotit</b> 6 SiO <sub>2</sub> (Al, Fe) <sub>3</sub> O <sub>3</sub> · 6 (Fe, Mg)O · K <sub>2</sub> O · 2 H <sub>2</sub> O unbeständig gegen atmosphärische Einflüsse temperaturbeständig bis 700° C
Alle Glimmerarten werden durch Mineralöle zerstört		

dielektrischen Eigenschaften hängen natürlich eine Menge anderer Eigenschaften, so die Temperaturbeständigkeit, Korrosionsbeständigkeit usw. von der

<sup>3)</sup> P. Niggli, Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft Zürich, Bd. 88 (1943), S. 5.

Zusammensetzung ab. Die Temperaturbeständigkeit ist bedingt durch den Gehalt an Kristallwasser. Dieses löst sich bei bestimmten Temperaturen aus dem Kristallverband, wodurch der mechanische Zusammenhalt zerstört wird. Die chemische Zusammensetzung und die wichtigsten Eigenschaften sind in Tabelle IV zusammengestellt. Es muss hier noch beigefügt werden, dass alle Glimmersorten von Mineralölen angegriffen werden; demgemäss ist eine solche Kombination von Isolierstoffen nicht zulässig.

In der Hochfrequenztechnik werden die brauchbaren Glimmersorten vor allem als Dielektrikum für Kondensatoren infolge der hohen Dielektrizitätskonstante und der geringen dielektrischen Verluste verwendet. Dafür eignet sich vor allem der rote Muskovit. Wenn der dielektrische Verlustfaktor nicht ausschlaggebend ist, kann auch der grüne Muskovit verwendet werden. Die dielektrischen Verluste sind temperatur- und spannungsabhängig. Die entsprechenden Werte sind bei den verschiedenen Glimmersorten zum Teil beachtlich verschieden. Einige Zahlen sind in Tabelle V zusammengestellt<sup>4)</sup>.

Eigenschaften der Glimmerarten für die Hochfrequenztechnik

Tabelle V.

Als Dielektrikum für Kondensatoren (hohe D.K., geringer tg $\delta$ ), roter Muskovit (wenn tg $\delta$ nicht ausschlaggebend auch grüner Muskovit)			
Dielektrizitätskonstante, je nach Art und Farbe (für Kondensatoren)		4...9	6,8
Temperaturkoeffizient bei 20...80° C			+ 80 · 10 <sup>-6</sup>
Ueber 100° C wird der Temperaturkoeffizient negativ.			
Dielektrischer Verlustfaktor, temperaturabhängig, spannungsabhängig			
	Muskovit	rot	grün
20...120° C		3 · 10 <sup>-4</sup>	8 · 10 <sup>-4</sup>
20...100° C		25 · 10 <sup>-4</sup>	200 · 10 <sup>-4</sup>
			40 · 10 <sup>-4</sup>
			600 · 10 <sup>-4</sup> , darüber starker Anstieg bis über 1000 · 10 <sup>-4</sup>
Oberflächenwiderstand	Muskovit	Phlogopit	Biotit
	10 <sup>6</sup>	2 · 10 <sup>5</sup>	10 <sup>4</sup> M $\Omega$ /cm
Isolationswiderstand	20° C bis 100° C	30 · 10 <sup>10</sup> M $\Omega$ /cm 1 · 10 <sup>10</sup> M $\Omega$ /cm	
Durchschlagsfestigkeit	Muskovit	20° C	900...3000 kV/cm
		300° C	675...2200 kV/cm

Es ist verschiedentlich versucht worden, Glimmer in der Isoliertechnik durch andere natürliche oder künstliche, dünn-schichtige Werkstoffe zu ersetzen. Es ist selbstverständlich, dass organische Folien hinsichtlich Temperaturbeständigkeit dem Vergleich mit Glimmer nicht standhalten können. Als anorganische Ausgangsstoffe sind die Bentonite

<sup>4)</sup> C. Dannat und S.E. Goodall, J. Inst. Electr. Engrs., London, Bd. 69 (1931), S. 490  
A. Keinath, Arch. Techn. Messen 1932, Z. 945-2.  
W. Espe, Präzision und Feinmechanik, Bd. 47 (1937), S. 252, 257.

Die Literaturangaben in diesem Aufsatz machen keinen Anspruch auf Vollständigkeit; es werden jeweils lediglich einige nach Ansicht des Verfassers bemerkenswerte Angaben erwähnt.

vorgeschlagen worden<sup>5)</sup>. Der Aufbau dieser Silikate geht aus Fig. 2 hervor. Auf der röntgenographischen Aufnahme im unteren Teil des Bildes bedeuten die zwei innersten Ringe das eingelagerte

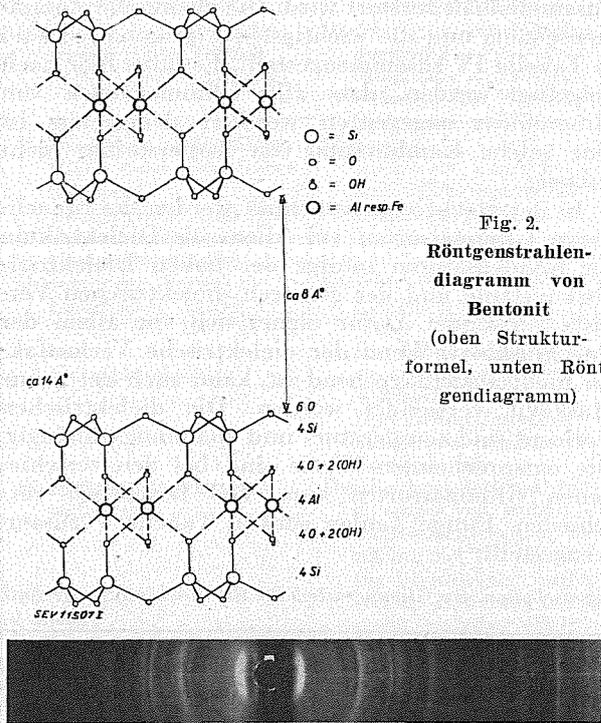


Fig. 2.  
Röntgenstrahlendiagramm von Bentonit (oben Strukturformel, unten Röntgendiagramm)

Wasser, das vor allem die plastischen Eigenschaften bedingt. Die Filmbildungseigenschaften sind von der chemischen Zusammensetzung abhängig, wie Untersuchungen mit dem Elektronenübermikroskop einwandfrei gezeigt haben<sup>6)</sup>.

**Quarz:** Quarz wird in der Hochfrequenztechnik gewöhnlich nicht im natürlichen Ausgangszustand

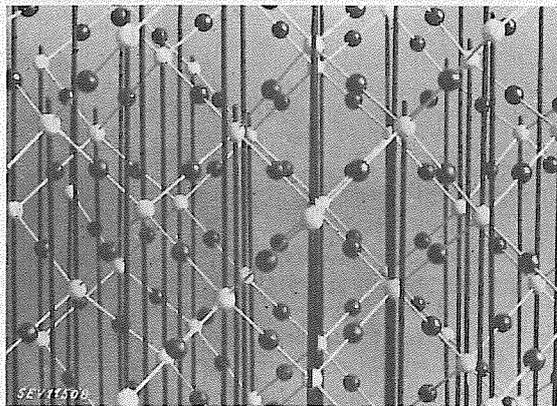


Fig. 3.  
Struktur von Cristobalit (nach P. Niggli)

verwendet, obschon der Gefügebau infolge der völligen Absättigung aller Ionenkräfte nach aussen

<sup>5)</sup> E. A. Hauser und D. S. Le Beau, J. Phys. Chem., Bd. 42 (1938), S. 961, und Bd. 43 (1939), S. 1037.

<sup>6)</sup> V. Mittel und Reinhold Reichmann, Wiss. Veröff. aus dem Siemens-Konzern, Werkstoffsonderheft 1940.

<sup>7)</sup> P. Niggli, siehe früher.

als Prototyp eines elektrischen Isolators bezeichnet werden muss. Fig. 3 zeigt einen Ausschnitt aus der Gerüststruktur des Cristobalites und Fig. 4 veranschaulicht, wie durch schraubenartige Verdrehung der  $SiO_4$ -Tetraeder die kompakte Quarzstruktur entsteht. Die äusseren Umrisse bezeichnen die Beziehung der Wachstumsflächen zu den Netzebenen<sup>7)</sup>.

Das normalerweise zur Verwendung kommende Quarzglas wird durch Umschmelzen aus Bergkristall (klares Quarzglas) oder reinem Quarzsand (trübes Quarzglas) erhalten. Die beim Schmelzen

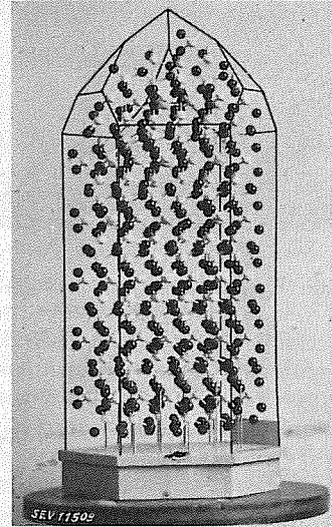


Fig. 4.  
Struktur von Quarz (nach P. Niggli)

auf tretenden Umwandlungen sind in Tabelle VI zusammengestellt. Bevor die keramischen Sondermassen vorhanden waren und in grösserem Umfange eingesetzt werden konnten, war Quarz ein sehr wichtiger Isolierstoff in der Hochfrequenztechnik, und zwar wurde er vor allem für die Halterung angewendet. Infolge der leichteren Formgebung bei den keramischen Sondermassen wird heute Quarzglas besonders im Röhrenbau gebraucht. Dabei treten vor allem die gute Wärmebeständigkeit (Entglasung erst über  $1000^\circ C$ ), das hohe Iso-

Eigenschaften von Quarz für die Hochfrequenztechnik  
Tabelle VI.

Prototyp eines elektrischen Isolators (völlige Absättigung aller Ionenkräfte nach aussen)	
normale Temperaturen = $\beta$ -Quarz	
höchste Temperaturen = Cristobalit, Tridymit	
schmelzen — $1713^\circ C$ — in zähflüssigem Zustand wie Glas zu verarbeiten	
klares Quarzglas	trübes Quarzglas
aus reinem Bergkristall	aus reinem Quarzsand
Entglasung $1100^\circ C$ — amorphes Glas — $\alpha$ -Cristobalit (metastabil) — $220^\circ C$	$\beta$ -Cristobalit (Volumenvergrösserung 3...5 %)
Geringe Wärmeausdehnung $\alpha = 0,5 \cdot 10^{-6}$ (0... $1000^\circ C$ )	
Verwendung im Röhrenbau	
Hohes Isolationsvermögen — Isolationswiderstand	
bei $20^\circ C$ $10^{20}$ Ohm/cm	bei $600^\circ C$ $10^8$ Ohm/cm
Dielektrischer Verlustfaktor $tg \delta$ bei $10^8$ Hz = $10^{-4}$	

lationsvermögen, auch bei höheren Temperaturen. und der geringe Wärmeausdehnungskoeffizient in den Vordergrund. Bei höheren Temperaturen kann Quarzglas warm verpresst werden. Es können so Formpreßstücke in Serienfertigung hergestellt werden.

*b) Amorphe Festkörper (Gläser, anorganische Kunststoffe)*

Die unter 2a besprochenen anorganischen Isolierstoffe zeichnen sich in Ihrem Aufbau durch die besondere, kristalline Ordnung der Bausteine aus. Die nun zu besprechenden amorphen Festkörper weisen Bauprinzipien auf, die die hohe Ordnungsstufe der kristallinen Festkörper nicht erreichen. Zum weiteren Verständnis, vor allem der dielektrischen Eigenschaften, ist es sehr zweckdienlich, dass wir uns vorerst mit dem Wesen der amorphen Festkörper, die man allgemein als Gläser bezeichnet, befassen. Die flüssige Glasschmelze besteht aus einem Gemisch von Oxyden und stellt eine echte Schmelzlösung mit ausgesprochenem bipolarem Ionenleitvermögen und elektrolytischer Dissoziation dar. Den anorganischen Sauerstoffsalzen in den Gläsern entsprechen im organischen Sektor die amorphen organischen Festkörper, neuerdings auch als organische Gläser bezeichnet. Mit diesen Werkstoffen werden wir uns im 3. Abschnitt zu befassen haben. In dielektrischer Hinsicht vereinigt die Glasschmelze die Eigenschaften der Elektrolyte mit denjenigen der kolloiden Stoffe.

Die Vorgänge, die sich beim Abkühlen der Glasschmelze abspielen und damit von der eben beschriebenen Flüssigkeit zum amorphen Festkörper führen, sind noch nicht vollständig abgeklärt. Das Molekulargefüge der Gläser wird heute durch Polymerisationsvorgänge erklärt. Wir werden weiter unten feststellen können, dass auch bei den organischen Gläsern ähnliche Vorgänge zum amorphen Festkörper führen. Die Kieselsäuresalze bilden durch Aggregation ein viskoses Gemenge kettenförmig verknüpfter Komplexe. Damit hängt die diskontinuierliche Abnahme der Leitfähigkeit zu-

*Vorgänge bei der Bildung anorganischer Gläser*

Tabelle VII.

Flüssige Schmelze	Echte Schmelzlösung mit ausgesprochenem (bipolarem) Ionenleitvermögen und elektrolytischer Dissoziation — Sauerstoffsalze — Amorphe, organische Festkörper — organische Gläser —. Vereinigt Eigenschaften der Elektrolyte mit denjenigen der kolloiden Stoffe.
↓ abkühlen	Polymerisationsvorgänge — Kieselsäuresalze durch Aggregation, viskoses Gemenge kettenförmig verknüpfter Komplexe. Diskontinuierliche Abnahme des Leitvermögens.
↓	Verfestigung durch Bildung eines starren Gerüsts mit leichter beweglichen Ionen (Na <sup>+</sup> ). Infolge gehemmter Beweglichkeit unpolare Ionenleiter. Netzbildung.
Amorphe Festkörper	

sammen. Der amorphe Festkörper endlich entsteht infolge der Bildung starrer Gerüste von Silikatsalzen mit leichten, beweglichen Ionen (Na<sup>+</sup>). Schliesslich entstehen zum Teil unsymmetrisch gebaute Netze; die Ionenbeweglichkeit tritt stark in den Hintergrund, je nach der Zusammensetzung der Gläser. Die Netze an und für sich stellen mehr oder weniger unpolare Ionenleiter dar (Tab. VII)<sup>8)</sup>.

Erst die ausgedehnten Untersuchungen der letzten Jahre, sowie vor allem die mit der Entwicklung der Hochfrequenz zusammenhängenden Forderungen, haben zu brauchbaren Vorstellungen über das Wesen der Gläser geführt und die Möglichkeit geschaffen, Gläser so zusammzusetzen, dass sie für ganz besondere Beanspruchungen geeignet sind. Die Vorgänge bei der Bildung der Gläser führen zu besonderen Eigenschaften gegenüber den kristallinen Festkörpern, die noch kurz erwähnt werden

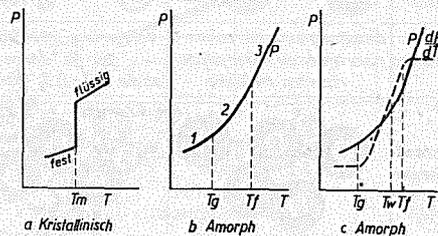


Fig. 5.

Einfluss der Temperatur auf gewisse physikalische Eigenschaften beim kristallinen und amorphen Zustand

müssen. In Fig. 5 ist der Einfluss der Temperatur auf gewisse physikalische Eigenschaften bei kristallinen und amorphen Körpern gezeigt.<sup>9)</sup> Die Änderungen der physikalischen Eigenschaften nach Fig. 5 werden zusammenfassend mit dem Buchstaben P bezeichnet und als Funktion der Temperatur dargestellt. Solche P—T-Kurven können für verschiedene Eigenschaften, wie Dichte, Refraktion, Viskosität, elektrische Leitfähigkeit und Dielektrizitätskonstante, aufgestellt werden. Schon bei oberflächlicher Betrachtung zeigt sich ein deutlicher Unterschied zwischen dem Verhalten kristalliner und amorpher Festkörper. So bestehen beim kristallinen Stoff beim Schmelzpunkt  $T_m$  die flüssige und die feste Phase nebeneinander. Beim amorphen Festkörper dagegen stellt der Teil 3 der Kurve den flüssigen Zustand dar. Bei der Temperatur  $T_f$  (Temperatur des Fadenziehens) beginnt die Flüssigkeit zu erstarren. Dieser Vorgang erstreckt sich über den Bereich  $T_f—T_g$  ( $T_g$  = Temperatur des Glaszustandes). Die Kurventeile 1 und 3 sind Gerade und durch den gebogenen Teil 2 verbunden. Demzufolge hat die Kurve des ersten abgeleiteten  $\frac{dP}{dT}$  einen Wendepunkt bei der Temperatur  $T_w$  (Temperatur des Wendepunktes). Teil 2 der Kurve wird heute wohl allgemein als Transformationsgebiet oder Transformationsinter-

<sup>8)</sup> Zusammenfassendes Referat über die Struktur der Gläser siehe bei W. Nowacki, Schweiz. Arch. f. angew. Wiss. u. Techn., Bd. 4 (1938), S. 197.

<sup>9)</sup> G. Tammann, «Der Glaszustand», Leipzig 1933.

E. Jenckel, Naturwissenschaften, Bd. 25 (1937), S. 497.

vall bezeichnet. Die amorphen Festkörper (anorganisch und organisch) sind durch dieses Verhalten von den kristallinen Festkörpern einwandfrei zu unterscheiden. Weitere Erklärungen über die

Anorganische Gläser für die Hochfrequenztechnik müssen vorerst ein gutes Formgebungsvermögen aufweisen, d. h. in der Flamme oder durch Pressen (Pressglasflüsse) leicht geformt werden können. Mit Einschmelzlegierungen muss sich eine gute Verbindung ergeben. Das Oberflächenisolationsvermögen muss möglichst gross sein, während der dielektrische Verlustfaktor möglichst geringe Werte aufweisen muss. In Tabelle VIII sind die Grenzwerte, die je nach der Zusammensetzung des Glases erreicht werden können, zusammengestellt. Die früheren Forderungen bezüglich der Frequenzunabhängigkeit des dielektrischen Verlustfaktors müssen natürlich auch bei Glas gestellt werden. Die Beanspruchung der Röhrenwandungen aus Glas bei Senderöhren für kurze

Zustand	Kieselsäureglas	Alkali-Silikatglas	Alkali-Kalk-Silikatglas
Der flüssige Zustand enthält im idealen Falle:	nur Moleküle der Form $-SiO_2-$ symbolisch: $Si$	Ionen und Moleküle symbolisch: $Na^+ \ominus -SiO_2^- - Si$	Ionen und Moleküle symbolisch: $Na^+ Ca^{++} \ominus Si$
bei der Aggregationstemp. bilden sich:	Polymere von der Form $-SiO_2 - SiO_2 - SiO_2 - u. s. w.$ symbolisch: $(Si)$	auch Polymere der Form $-SiO_2 - SiO_2 - SiO_2-$ symbolisch: $(SiC)$	auch Polymere der Form $Ca < SiO_2 - SiO_2 = SiO_2 - SiO_2 - SiO_2 -$ symbolisch: $(SiC)$
im viskosen Zustand ergibt ein winziger Ausschnitt etwa das molekulare Bild:			
bei der Transformationsstemp. erfolgt:	Anlagerung der niederpolymerisierten an die höherpolymerisierten Moleküle	Anlagerung insbesondere der $Na^+$ -Ionen an die $SiO_2 - SiO_2^-$ -Komplexe	Anlagerung $Na^+$ -Ionen auch an die $Ca - SiO_2 - SiO_2^-$ -Komplexe in geringerer Anzahl als an die $SiO_2 - SiO_2^-$ -Komplexe
im spröden Zustand ergibt ein winziger Ausschnitt etwa das molekulare Bild: SEV 11511.			

Fig. 6. Aggregationsvorgänge bei der Abkühlung anorganischer, geschmolzener Gläser (schematisch, nach E. Berger)

im Transformationsgebiet sich abspielenden Vorgänge können in diesem Zusammenhange nicht gegeben werden. Es sei auf die bereits erwähnte Originalliteratur verwiesen. Durch Fig. 6 sollen jedoch noch einige Vorstellungen über Vorgänge bei der Bildung der anorganischen Gläser vermittelt werden. Die einzelnen Zustände sind unterteilt gemäss Tabelle VII und lassen erkennen, wie man sich die Aggregationsvorgänge beim Abkühlen der Glasschmelze vorzustellen hat. Die Vorgänge im Transformationsgebiet sind ebenfalls beschrieben. Aus den Kolonnen Alkalisilikat- und Alkalikalksilikat-Glas ist ersichtlich, wie die leicht beweglichen Ionen ( $Na^+$ ) an die grösseren Komplexe angelagert werden. Je nach der Menge der angelagerten Ionen verhalten sich nun die Aggregate im festen Zustand dielektrisch verschieden.

Für die Anwendung der anorganischen Gläser in der Hochfrequenztechnik müssen ganz besondere Eigenschaften gefordert werden. Es sind schon früher Untersuchungen über die dielektrischen Eigenschaften verschiedener Glassorten bekannt, gegeben worden<sup>10)</sup>, wobei allerdings zu wenig auf die Zusammenhänge mit dem Aufbau Rücksicht genommen worden ist. In neuerer Zeit sind dann Sonderglassorten entwickelt worden, die besonders für die Hochfrequenztechnik von Bedeutung sind.<sup>11)</sup>

<sup>10)</sup> E. Schott, Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie, Bd. 18 (1921), S. 82.

M. J. O. Strutt, Arch. Elektrotechn., Bd. 25 (1931), S. 715.

M. J. O. Strutt und A. van der Ziel, Physica, Bd. 10 (1943), S. 445.

<sup>11)</sup> O. Zinke und H. Straimer, Arch. Techn. Messen 1936, Z 940-2.

Wellen sind nicht nur der Wärmestrahlung der Anode und Kathode ausgesetzt, sondern auch den Hochfrequenzstrefefeldern. Durch die dielektrischen Verluste wird daher eine zusätzliche Erwärmung erzeugt, die mit zunehmender Temperatur ansteigt.

Eigenschaften der Gläser für die Hochfrequenztechnik  
Tabelle VIII

Leichte Formgebung in der Flamme oder durch Pressen (Pressglasflüsse).
Einfache Verbindung mit geeigneten Einschmelzlegierungen.
Glatte Oberfläche — gutes Isolationsvermögen ( $T_{K100} = ^\circ C$ bei $100 M\Omega/cm$ )
Dielektrischer Verlustfaktor: für beste Sorten $tg \delta \quad 10 \cdot 10^{-4}$ für Weichgläser $100 \dots 150 \cdot 10^{-4}$ frequenzunabhängig bis Zentimeterwellen (4 cm) ( $130 \cdot 10^{-4}$ )
Temperaturabhängig (Glas für Senderöhren für kurze Wellen).
Wärmestrahlung Anode-Kathode, Hochfrequenzstrefefelder erzeugen zusätzlich dielektrische Verluste. Erwärmung um so grösser, je höher Temperatur. Wärmegleichgewicht wird labil, Erweichen des Glases.
Dielektrizitätskonstante: $DK \ 5 \dots 8$ temperaturabhängig, Zunahme mit steigender Temperatur.
Na-Gläser — K-Gläser — Pb-Gläser → zunehmende Güte und Eignung.
Wärmebehandlung verbessert die Eigenschaften ( $tg \delta$ bis $300^\circ C = 11,5 \cdot 10^{-4}$ )

Wenn das Wärmegleichgewicht labil wird, kann es schliesslich zum Erweichen des Glases kommen. Die Dielektrizitätskonstante ist temperaturabhängig, und zwar steigt sie mit zunehmender Temperatur an.

Bei der bildlichen Darstellung der Aggregationsvorgänge (Fig. 6) lässt sich erkennen, dass die dielektrischen Eigenschaften zum Teil auf die Anlagerung und das Verhalten der Ionen zurückzuführen ist. Bezüglich der Eignung muss erwähnt werden, dass in der Reihenfolge Natrium-, Kali-, Bleigläser die Eigenschaften für die Hochfrequenzverwendung besser werden. Neben der Zusammensetzung ist es vor allem auch die Wärmebehandlung, die die dielektrischen Eigenschaften zu verbessern in der Lage ist.

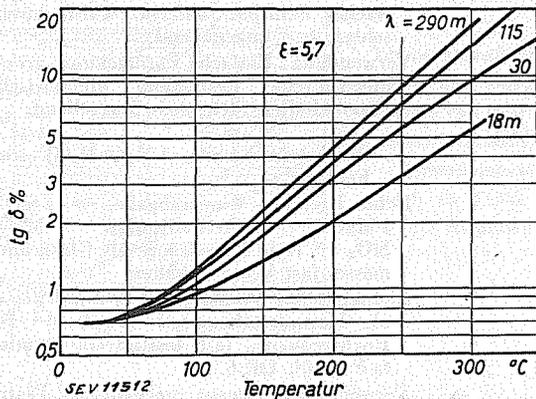


Fig. 7.

Temperaturabhängigkeit des dielektrischen Verlustfaktors von Sonderglas (nach O. Zinke und H. Straimer)

Zusammensetzung:  
 über 10 % SiO<sub>2</sub>      unter 10 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>O, BaO, MgO, As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

In den Fig. 7, 8 und 9 sind drei verschiedene Sonderglassorten einander gegenübergestellt. Die Kurven sollen die Abhängigkeit des dielektrischen Verlustfaktors von der Temperatur und von der Wellenlänge zeigen. Der Einfluss der Zusammensetzung auf die erwähnten Forderungen geht aus einem Vergleich der drei Figuren deutlich

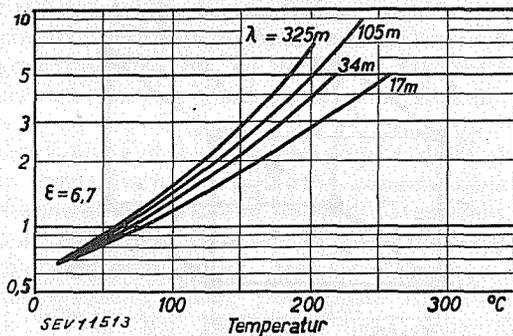


Fig. 8.

(wie Fig. 7)  
 Zusammensetzung:

über 10 % SiO<sub>2</sub>, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZnO      unter 10 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, CaO

hervor. Bei dem Borosilikatglas (Fig. 9) ist der dielektrische Verlustfaktor sehr niedrig und selbst bei hohen Temperaturen (300°) noch wesentlich unter dem Borosilikat-Zinkglas (Fig. 8). Der Vergleich lässt deutlich erkennen, wie durch systematische Werkstoffuntersuchungen die Eigenschaften der Werkstoffe verändert, d. h. so verbessert wer-

den können, dass die erforderlichen Eigenschaften erreicht werden.

Die Verwendung von Glas in der Hochfrequenztechnik hat seit einiger Zeit insofern eine Erweiterung erfahren, als es gelungen ist, hochwertige Formpreßstücke aus geeigneten Gläsern herzustellen. Grundsätzlich neue Gesichtspunkte hinsichtlich der Zusammensetzung und der dadurch bedingten Eigenschaften müssen dabei allerdings nicht erwähnt werden. Eine weitere Anwendung von Glas als Hochfrequenzisoliertstoff soll wenig-

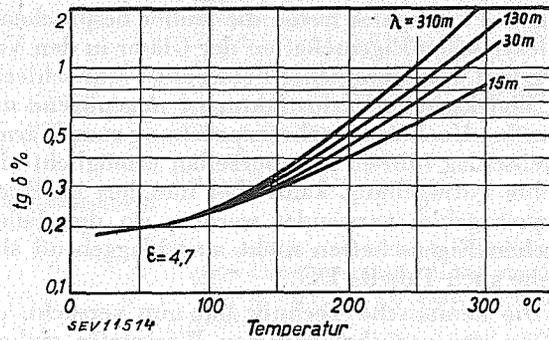


Fig. 9.

(wie Fig. 7)

Zusammensetzung:

über 10 % SiO<sub>2</sub>, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>      unter 10 % Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, PbO, Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

stens noch erwähnt werden. Es handelt sich um Glasdurchführungen beim Bau von Hochvakuumkondensatoren, wie dies heute bereits schon in den Vereinigten Staaten von Nordamerika gemacht wird.

c) Gemischte (amorph-kristalline) und kristalline Festkörper (anorganische Kunststoffe, keramische Isolierstoffe).

Gewisse Vertreter der keramischen Werkstoffe, beispielsweise Hartporzellan, sind in der Elektrotechnik zur Isolierung spannungsführender Bauteile schon lange im Gebrauch. Die Hochfrequenztechnik verlangt nun aber weitere zusätzliche Eigenschaften, die im Zusammenhange mit dem Aufbau keramischer Werkstoffe nicht ohne weiteres erreicht werden können. Die Keramik hat sich daher seit Jahren bemüht, Sonderwerkstoffe zu erzeugen, die auf Grund geeigneter Zusammensetzung ein Gefüge aufweisen, das für die Verwendung in der Hochfrequenztechnik wertvolle Eigenschaften vermittelt. Da wir es bei diesen Werkstoffen mit künstlich hergestellten Produkten zu tun haben, sind sie im Untertitel als anorganische Kunststoffe bezeichnet worden.

Damit die Zusammenhänge zwischen Aufbau und Eigenschaften der keramischen Hochfrequenz-Isolierstoffe besser verstanden werden können, müssen wir uns vorerst über die Vorgänge bei der Bildung solcher Werkstoffe im klaren sein. Das in der Hochspannungstechnik verwendete Hartporzellan wird hergestellt aus einem Gemisch von Kaolin, Feldspat und Quarz. Bei 1173° C beginnt der Feldspat im Gemisch zu schmelzen und unter

Auflösung von Quarz im flüssigen Feldspat kommt es zur Glasbildung. Daneben entstehen aber auch Mischkristalle, wie Sillimanit und Mullit. Aus dieser kurzen Schilderung ergibt sich für das dielektrische Verhalten eine wichtige Feststellung. Das Gefüge des so gebildeten Hartporzellans ist heterogen, bestehend aus einem glasigen und verschiedenen kristallinen Bestandteilen (über die dielektrischen Eigenschaften der Gläser siehe unter 2b). Die Bestandteile wirken sich im einzelnen günstig aus. Das Grundglas ist kieselsäurereich und hat einen hohen Tonerdegehalt. Je nach der Zusammensetzung des Feldspates treten die früher besprochenen dielektrischen Eigenschaften der Gläser in den Vordergrund. Natriumreicher Feldspat ist sehr schlecht, der dielektrische Verlustfaktor ist ungenügend und kann bei Hochfrequenzbeanspruchung zum Wärmedurchschlag führen. Hartporzellan ermöglicht eine leichte Formgebung, kann aber nur dort im Hochfrequenzgebiet verwendet werden, wo die dielektrischen Eigenschaften nicht ausschlaggebend sind (siehe auch Tabelle IX).

Die keramische Technik hat nun versucht, das Gefüge der von ihr erzeugten Werkstoffe einheitlicher zu machen, was vorerst durch die Herstellung der Steatite erreicht wurde. Diese haben ihren Namen vom hauptsächlichsten Bestandteil, dem Speckstein (auch Steatit genannt). Dieses Mineral tritt an Stelle des bei Hartporzellan verwendeten Feldspat. Ein solches Gemisch verhält sich natürlich beim Brennen anders als das Hartporzellan-gemisch. Aus dem Speckstein wird vorerst das Kristallwasser ausgetrieben, dann findet eine Umkristallisation statt. Die freie Kieselsäure als Glasgrundlage enthält fast keine Alkalien. Daraus ergibt sich ein wesentlich besseres dielektrisches Verhalten als bei Hartporzellan. Für Hochfrequenz können vor allem fast kaolinfreie Steatite verwendet werden, mit niedrigem dielektrischem Verlustfaktor und günstig gelegener Dielektrizitätskonstante. In der Hochfrequenz werden die Steatite vor allem da verwendet, wo eine grosse mechanische Festigkeit — so bei Halterung — verlangt wird. Metallteile lassen sich sehr einfach einsteuchen. Metallbeläge können auf der Oberfläche durch Einbrennen aufgebracht werden, die man schliesslich galvanisch verstärken kann, so dass die Metallverbindungen gelötet werden können (siehe auch Tabelle IX).

Seit Jahren hat die Hochfrequenzkeramik beachtliche Fortschritte gemacht, und zwar ist es nicht nur gelungen, die Gefüge der Werkstoffe zu beeinflussen, sondern man hat vollständig neue Werkstoffe auf anderer Grundlage hergestellt.<sup>12)</sup> Vorerst sei die Gruppe der Titanverbindungen erwähnt, die vor allem auf dem Mineral Rutil aufgebaut sind. Der Rutil zeichnet sich durch eine äusserliche Anisotropie der Dielektrizitätskonstanten aus. Er zeigt ein tetragonales Gitter mit ionengebundenen O-Ti-O-Gruppen (Fig. 10). Die Di-

<sup>12)</sup> Zusammenfassende Darstellung siehe E. Albers-Schönberg, Hochfrequenzkeramik, Theodor Steinkopff, Dresden und Leipzig 1939.

### Eigenschaften von Hartporzellan und Steatit

Tabelle IX

#### Hartporzellan:

Kaolin ( $2 \text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ )  
Feldspat ( $6 \text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{K}_2\text{O}$ )  
Quarz ( $\text{SiO}_2$ )

1173° C schmelzen des Feldspates → Glasbildung, Lösen von Quarz. Mischkristallbildung (Sillimanit:  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ , Mullit:  $3 \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ ).

Dielektrisches Verhalten: Gefüge heterogen, Bestandteile im einzelnen günstig, Grundglas kieselsäurereich, hoher Tonerdegehalt, Ionenleitfähigkeit gering. Nareicher Feldspat schlecht. Wärmedurchschlag,  $\text{tg } \delta$  ungenügend.

Verwendung: Einfache Formgebung, grosse mechanische Festigkeit, dielektrische Eigenschaften nicht ausschlaggebend.

#### Steatite:

Speckstein ( $4 \text{SiO}_2 \cdot 3 \text{MgO} \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) statt Feldspat.

Beim Brennen Wasserabgabe →  $4 \text{SiO}_2 \cdot 3 \text{MgO}$  → Umkristallisation →  $\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$  → freie Kieselsäure als Glasgrundlage, fast keine Alkalien.

Dielektrisches Verhalten: Wesentlich besser als Hartporzellan,  $\text{tg } \delta$   $15 \dots 20 \cdot 10^{-4}$  für Hochfrequenz, fast kaolinfreie Steatite,  $\text{tg } \delta$   $5 \cdot 10^4$ , DK 6.

Verwendung: Grosse mechanische Festigkeit, vor allem für Halterungen, Metallteile einsteuchen, Metallbeläge durch Einsteuchen, Metallbeläge durch Einbrennen, galvanisch verstärken, Metallverbindungen löten.

elektrizitätskonstante parallel zur Hauptachse ist zu 175 und senkrecht zur Hauptachse zu 89 bestimmt worden. Aus dem in Fig. 10 gezeigten Gitter lässt sich dieses eigenartige Verhalten nicht ohne weiteres erklären. Theoretische Untersuchungen<sup>13)</sup> haben zur Auffassung geführt, dass man es in solchen Fällen mit einem Uebergang von typisch unpolaren zu heteropolaren Umbildungen im Kri-

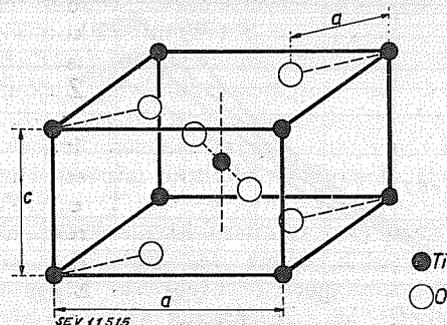


Fig. 10.  
Kristallgitter des Rutil  
(nach L. Vegard)

stallgitter zu tun hat. So kann die dielektrische Verschiebung von schwachpolaren Ionengittern vorkommen, welche eine erhebliche Steigerung der Dielektrizitätskonstante mit sich bringt. Der Rutil ist als keramischer Werkstoff zu spröde und

<sup>13)</sup> A. Eucken und A. Büchner, Z. phys. Chem. B., Bd. 27 (1934), S. 321.

H. Rubens, Ber. Berl. Akad. Wiss. 1915, S. 4; 1919, S. 876; 1921, S. 211.

nicht verwendbar. Es werden daher Gemische mit hochplastischem Ton und mit Speckstein (Steatit) gemacht, die eine grosse Variationsbreite der Eigenschaften ermöglichen. Je nach der Zusammensetzung können natürlich auch die dielektrischen Eigenschaften in weitem Umfange beeinflusst werden. So kann bei reinen Rutilmassen die Dielek-

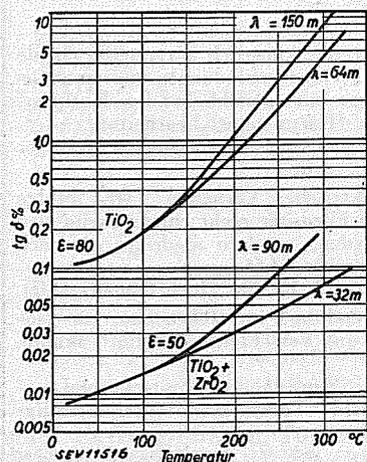


Fig. 11.  
Temperaturabhängigkeit des Verlustfaktors von Rutil- und Rutil-Zirkonoxyd-Tonerdemassen (nach O. Zinke und H. Straimer)

trizitätskonstante von 40 bis 80 variiert werden. Der dielektrische Verlustfaktor ist bei Hochfrequenz sehr niedrig. Mit abnehmender Frequenz nimmt der dielektrische Verlustfaktor zu, wodurch der Wärmedurchschlag begünstigt werden kann. Eine Belastung mit hoher Blindleistung ist nicht möglich. Die Dielektrizitätskonstante weist einen negativen Temperaturkoeffizienten auf. Gemische mit Speckstein haben Dielektrizitätskonstanten von 12...15, wobei kein Temperaturgang der Dielektrizitätskonstante mehr festgestellt wird. Diese wenigen Angaben müssen an dieser Stelle genügen; es soll lediglich nochmals auf die grosse Variationsmöglichkeit hingewiesen werden.

Sehr wertvolle Eigenschaften werden erreicht durch ein Gemisch von Titan- mit Zirkonoxyd. Das Zirkonoxyd wird bis zu 15% in das Rutilgitter eingebaut. Da der Ionenradius von Zirkon 35% grösser ist als derjenige von Titan, tritt durch diesen Einbau eine Aufweitung des Gitters ein. Je nach dem Mischungsverhältnis können Dielektrizitätskonstanten zwischen 45 und 75 erreicht werden. Je nach dem Gemisch ist die Frequenz- und Temperaturabhängigkeit des dielektrischen Verlustfaktors sehr gering (wichtigste Eigenschaften siehe Tabelle X). In Fig. 11 sind einige Messergebnisse an Rutil, bzw. Rutil-Zirkon-Oxyd-Gemischen zusammengestellt.<sup>14)</sup> Ein Vergleich zeigt sofort, dass der dielektrische Verlustfaktor bei Rutil-Zirkonoxyd-Gemischen wesentlich niedriger ist als bei nur rutilhaltigen Isolierstoffen.

Es ist auch noch auf einem anderen Wege gelungen, die Eigenschaften von Rutil für keramische Werkstoffe auszunützen. Gegen basische Oxyde verhält sich Rutil wie Kieselsäure; es bilden sich Salze der Titansäure (Titanate). Vor allem gut

<sup>14)</sup> G. Straimer und O. Zinke, Arch. Techn. Messen 1936, Z. 940-2.

Eigenschaften von keramischen Sondermassen (Rutil- und Rutil-Zirkonoxyd-Gruppe)

Tabelle X

Rutilgruppe:

TiO<sub>2</sub> tetragonal, aussordentliche Anisotropie der DK, || Hauptachse DK 175 l 89, allein zu spröde, keramische Bindung mit hochplastischem Ton. Durch Gemisch (mit Steatiten) grosse Variationsmöglichkeit der Eigenschaften.

Dielektrisches Verhalten: Reine Rutilmassen, DK 40...80 tg δ niedrig bei Hochfrequenz; abnehmende Frequenz Zunahme tg δ (Wärmedurchschlag), Belastung mit hoher Blindleistung nicht möglich. Negativer Temperaturkoeffizient der DK. Gemisch mit Steatit DK 12...17. Massen ohne Temperaturgang der DK.

Verwendung: Kondensatoren.

Rutil-Zirkonoxydgruppe:

ZrO<sub>2</sub> wird bis zu 15% in das Rutilgitter eingelagert. Ionenradius von Zr 36% grösser als Ti, daher Weitung des Gitters.

Dielektrisches Verhalten: DK 45...75, tg δ frequenzunabhängig, temperaturunabhängig, je nach Mischung.

Verwendung: Kondensatoren.

untersucht sind die Magnesiumtitanate, nämlich Magnesium-Orthotitanat (2MgO·TiO<sub>2</sub>), Magnesium-Metatitanat (MgO·TiO<sub>2</sub>) und Magnesium-Dititanat (MgO·2 TiO<sub>2</sub>). Diese Verbindungen haben als Werkstoffe gute mechanische Eigenschaften bei allerdings etwas hoher Wärmedehnung. Sie können in transparenten Sorten hergestellt werden, je nach dem Gehalt an Orthotitanat. Die Dielektrizitätskonstante liegt je nach der Zusammensetzung zwischen 10 und 20 und hat einen schwach positiven Temperaturkoeffizienten. Der dielektrische Verlustfaktor liegt unter 1·10<sup>-4</sup> und damit an der

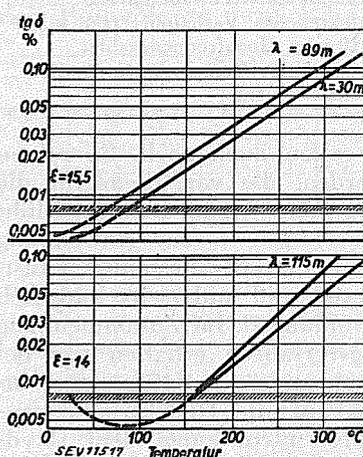


Fig. 12.  
Temperaturabhängigkeit des Verlustfaktors von Magnesiumtitanaten (nach O. Zinke und H. Straimer)

Grenze der Messgenauigkeit (Fig. 12). Schliesslich müssen noch die tonsubstanz-specksteinhaltigen Isolierstoffe erwähnt werden. Sie bestehen aus dem Dreistoffsystem Magnesiumoxyd (MgO) — Tonerde (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) — Quarz (SiO<sub>2</sub>). Bei der Herstellung entsteht als wesentlicher Bestandteil der Cordierit

( $2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$ ). Infolge der geringen Wärmedehnung dieses Bestandteiles sind diese keramischen Werkstoffe sehr temperaturwechselbeständig. Der dielektrische Verlustfaktor im Hochfrequenzgebiet ist grösser als bei den eben besprochenen Werkstoffgruppen. Während die rutilhaltigen und die rutil-zirkonoxydhaltigen Isolierstoffe vor allem im Kondensatorenbau gebraucht werden, können die Magnesiumtitanate neben Kondensatoren auch für Halterungen gebraucht werden. Die zuletzt erwähnten tonsubstanz-specksteinhaltigen Werkstoffe kommen bei temperaturbeständigen Schaltelementen zum Einsatz (siehe Tabelle XI).

*Eigenschaften von keramischen Sondermassen (Magnesiumtitanate und tonsubstanz-specksteinhaltige Sondermassen)*

Tabelle XI

<b>Magnesiumtitanate:</b>	<p>Rutil gegen basische Oxyde wie Kieselsäure → Bildung von Salzen der Titansäure,</p> <p>Magnesiumtitanate:  <math>2\text{MgO} \cdot \text{TiO}_2</math> Magnesiumorthotitanat  <math>\text{MgO} \cdot \text{TiO}_2</math> Magnesiummetatitanat  <math>\text{MgO} \cdot 2\text{TiO}_2</math> Magnesiumdititanat          Gute mechanische Festigkeit, hohe Wärmedehnung, Transparenz mit zunehmendem Orthotitanatgehalt          Dielektrisches Verhalten: DK 10...20, Temperaturkoeffizient schwach positiv.  <math>\text{tg } \delta</math> unter <math>1 \cdot 10^{-4}</math> (an der Grenze der Messgenauigkeit).</p> <p>Verwendung: Kondensatoren und Halterung.</p>
<b>Tonsubstanz-specksteinhaltige:</b>	<p>Dreistoffsystem <math>\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2</math>, wesentlicher Bestandteil <math>2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2</math>, Cordierit, sehr geringe Wärmedehnung (<math>0,89 \dots 2,34 \cdot 10^{-6}</math>), Temperaturwechselbeständig.          Dielektrisches Verhalten: <math>\text{tg } \delta</math> 40...70 <math>\cdot 10^{-4}</math> im Hochfrequenzgebiet.          Verwendung: Temperaturbeständige Schaltelemente.</p>

An dieser Stelle sollen auch noch die reinen Oxyde angeführt werden, die vor allem für die Halterung sehr heisser Teile — zum Beispiel Glühkathoden in Vakuumgefässen — zur Anwendung kommen. Dazu gehören einerseits die reinen, künstlich hergestellten Oxyde und andererseits künstlich hergestellte Oxydverbindungen. Im Zusammenhang mit dem Herstellungsverfahren erhalten wir bei diesen Isolierstoffen ein poröses Gefüge, das insofern einen Einfluss auf die Dielektrizitätskonstante ausübt, als diese nicht einen dem Oxydgehalt entsprechenden Wert aufweist, sondern viel niedriger liegt, je nach dem Porositätsgrad. Die mechanischen Eigenschaften sind nicht so gut, wie beispielsweise bei den Steatiten. Es muss also auf diese Tatsache bei der Verwendung Rücksicht genommen werden. Der dielektrische Verlustfaktor liegt im Hochfrequenzgebiet verhältnismässig gün-

stig. In Tabelle XII sind die wichtigsten Eigenschaften der reinen Oxyde, wie diese in der Hochfrequenztechnik zur Verwendung kommen, zusammengestellt.

*Eigenschaften von keramischen Sondermassen (Verbindungen feuerfester Oxyde und reine Oxyde)*

Tabelle XII

<b>Verbindungen feuerfester Oxyde:</b>																											
	<p>Sehr reine, künstlich hergestellte Oxyde und Oxydverbindungen, poröses Gefüge; mit spanabhebenden Werkzeugen (Hartmetalle) bearbeitbar.          Mechanische Eigenschaften geringer als Steatite.</p> <p>Dielektrisches Verhalten: DK infolge der Porosität nicht entsprechend den Oxyden, sondern niedriger, je nach Porosität (4,5).  <math>\text{tg } \delta</math> <math>3 \dots 5 \cdot 10^{-4}</math> im Hochfrequenzgebiet.</p> <p>Verwendung: im Röhrenbau, zur Isolierung von Elektroden im Vakuum.</p>																										
<b>Reine Oxyde:</b>																											
	<p><math>\text{Al}_2\text{O}_3</math> (Sintertonerde, Sinterkorund), grosse Temperaturwechselbeständigkeit</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Schmelzpunkt</th> <th>Erweichungspunkt</th> <th>Verwendbar bis</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>\text{Al}_2\text{O}_3</math></td> <td>2050° C</td> <td>1730° C</td> <td>1950° C</td> </tr> <tr> <td><math>\text{MgO}</math></td> <td>2800° C</td> <td>2050° C</td> <td>2400° C</td> </tr> <tr> <td><math>\text{BeO}</math></td> <td>2500° C</td> <td>2150° C</td> <td>2200° C</td> </tr> <tr> <td><math>\text{ZrO}_2</math></td> <td>2700° C</td> <td>—</td> <td>2500° C</td> </tr> <tr> <td><math>\text{ThO}_2</math></td> <td>3000° C</td> <td>1900° C</td> <td>2700° C</td> </tr> </tbody> </table> <p>Verwendung: Halterung sehr heisser Teile (Glühkathoden im Vakuum).</p>				Schmelzpunkt	Erweichungspunkt	Verwendbar bis	$\text{Al}_2\text{O}_3$	2050° C	1730° C	1950° C	$\text{MgO}$	2800° C	2050° C	2400° C	$\text{BeO}$	2500° C	2150° C	2200° C	$\text{ZrO}_2$	2700° C	—	2500° C	$\text{ThO}_2$	3000° C	1900° C	2700° C
	Schmelzpunkt	Erweichungspunkt	Verwendbar bis																								
$\text{Al}_2\text{O}_3$	2050° C	1730° C	1950° C																								
$\text{MgO}$	2800° C	2050° C	2400° C																								
$\text{BeO}$	2500° C	2150° C	2200° C																								
$\text{ZrO}_2$	2700° C	—	2500° C																								
$\text{ThO}_2$	3000° C	1900° C	2700° C																								

Dem Zwecke des vorliegenden Aufsatzes entsprechend, müssen diese wenigen Ausführungen über die Entwicklung der keramischen Isolierstoffe (anorganische Kunststoffe) genügen. Es darf wohl gesagt werden, dass vorläufig ein gewisser Abschluss erreicht worden ist. Wenn auch bis jetzt schöne Erfolge zu verzeichnen sind, so wird es doch die Aufgabe zukünftiger Forschung sein, die entsprechenden Mehrstoffsysteme weiter zu untersuchen. Es soll lediglich erwähnt werden, dass schon keramische Isolierstoffe mit einer Dielektrizitätskonstante von 300 hergestellt worden sind, ohne aber in den übrigen dielektrischen Eigenschaften zu entsprechen.<sup>15)</sup>

### 3. Organische Isolierstoffe

Während bei den anorganischen Isolierstoffen nur feste Werkstoffe besprochen worden sind, müssen wir in diesem Abschnitt vorerst einige Vertreter flüssiger Isolierstoffe beschreiben.

#### a) Flüssige Isolierstoffe

In der Hochspannungstechnik werden schon seit Jahrzehnten mit grossem Erfolg Mineralöle verwendet, z. B. in Schaltern, Transformatoren, Oelkabeln und Kondensatoren. Es ist auf Grund ausgedehnter Untersuchungen, auf die hier nicht eingetreten werden kann, gelungen, die Eigenschaften der Mineralöle so zu beeinflussen, dass die erfor-

<sup>15)</sup> K. Morita und S. Suzuki, Elektrotechn. J., Bd. 3 (1939), S. 24.

derlichen Eigenschaften in vollem Umfange gewährleistet sind.<sup>16)</sup> Bei den Mineralölen haben wir es mit kompliziert zusammengesetzten Gemischen von Kohlenwasserstoffen zu tun, wobei für die elektrotechnischen Anforderungen vor allem die Naphthenkohlenwasserstoffe von Wichtigkeit

von der Frequenz, sondern auch vom Elektrodenabstand, was Fig. 14 veranschaulicht. Der Einfluss der Temperatur auf die Durchschlagfestigkeit bei verschiedenen Frequenzen ist aus Fig. 15 zu entnehmen. Das Maximum der Durchbruchsspannung liegt sowohl bei 50 Hz als bei 165 kHz im Gebiet

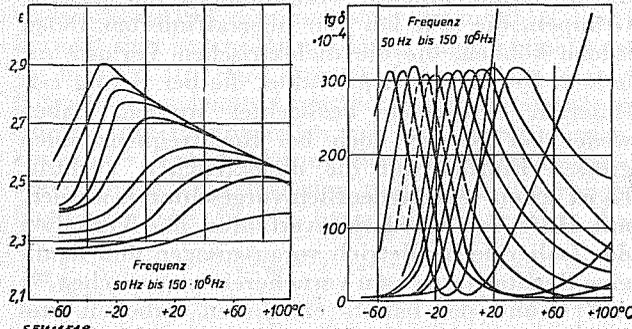


Fig. 13. Dielektrizitätskonstante und dielektrische Verluste von Isolierölen (nach H. Rieche)

sind. Es ist gelungen, für die erwähnten Verwendungszwecke einheitliche Anforderungen aufzustellen<sup>17)</sup>. Die Beanspruchungen in der Hochfrequenztechnik verlangen noch zusätzliche Eigenschaften, so vor allem hinsichtlich der dielektrischen Verluste und deren Abhängigkeit von der Betriebstemperatur. In dieser Richtung sind bereits eingehende Untersuchungen bekanntgegeben worden.<sup>18)</sup> Aus Fig. 13 sind die Veränderungen der Dielektrizitätskonstante und der dielektrischen Verluste durch die Temperatur und die Frequenz zu

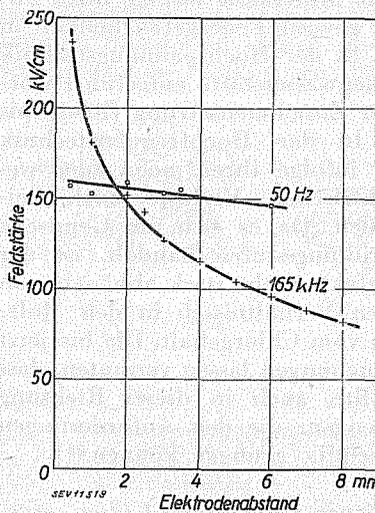


Fig. 14. Durchbruchfeldstärke in Abhängigkeit von der Frequenz und vom Elektrodenabstand bei Isolierölen (nach H. Hähnel)

entnehmen. Es ist allerdings nicht weiter angegeben, um welche Art von Mineralölen es sich dabei handelt. Die dielektrische Festigkeit, ausgedrückt als Durchbruchfeldstärke, ist nicht nur abhängig

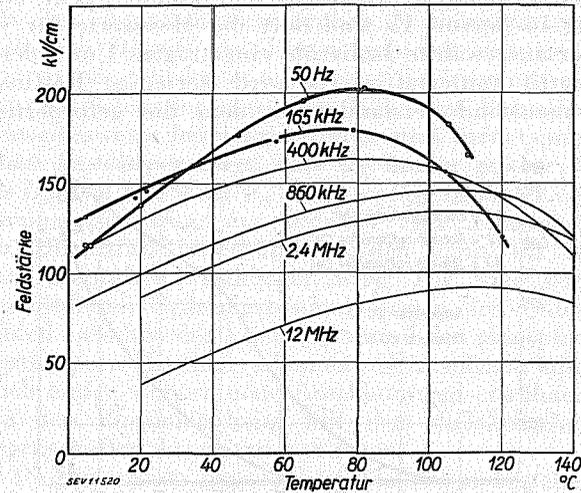


Fig. 15. Abhängigkeit der Durchschlagfestigkeit von der Frequenz und der Temperatur bei Mineralölen (nach H. Hähnel)

um etwa 85° C. Der Kurvenverlauf bei Hochfrequenzbeanspruchung ist flacher als bei Niederfrequenzbeanspruchung. Es darf daraus entnommen werden, dass bei hochfrequenter Beanspruchung des Mineralöles mit kleiner werdender Frequenz das Maximum für die dielektrische Festigkeit sich immer deutlicher ausprägt und nach tieferen Temperaturen verschiebt. Dabei ist auch eine Zunahme der dielektrischen Festigkeit ermittelt worden.

Es muss hier noch auf einen weiteren Punkt aufmerksam gemacht werden; es ist dies der Raffinationsgrad. Um die erforderlichen Eigenschaften der Isolieröle zu erreichen, mussten die Erdöle

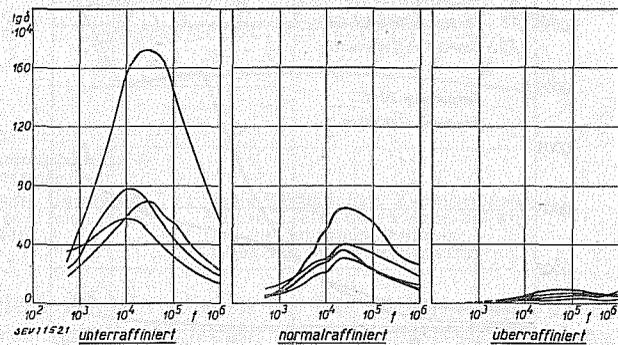


Fig. 16. Abhängigkeit des dielektrischen Verlustfaktors vom Raffinationszustand (Gemeinschaftsversuche J.E.C.)

einer besonderen Behandlung unterworfen werden, die durch den Begriff Raffination zusammengefasst werden soll. Durch die Internationale Elektrotechnische Kommission sind schon vor Jahren ausgedehnte Versuche durchgeführt worden, und

<sup>16)</sup> Isolieröle, Praktische und Theoretische Fragen, Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin 1938.

H. Stäger, Elektrotechnische Isoliermaterialien, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft m. b. H., Stuttgart 1931.

<sup>17)</sup> Normalien des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins über Isolieröle.

<sup>18)</sup> H. Rieche, Z. Physik, Bd. 95 (1935), S. 158.

H. Hähnel, Arch. Elektrotechn., Bd. 36 (1942), S. 716.

zwar mit Isolierölen bei verschiedenen Raffinationszuständen, nachdem schon früher nachgewiesen worden war, dass der Raffinationsgrad je nach der Oelart einen wesentlichen Einfluss auf das Verhalten im Betrieb ausüben kann.<sup>19)</sup> Wie stark die dielektrischen Verluste von der Frequenz je nach Raffinationsgrad abhängig sein können, geht aus Fig. 16 hervor. Es sind dort die Messwerte für je vier ausgewählte Isolieröle eingetragen. Unter dem Begriff «unterraffiniert» wird derjenige Raffinationszustand verstanden, in dem die geforderten

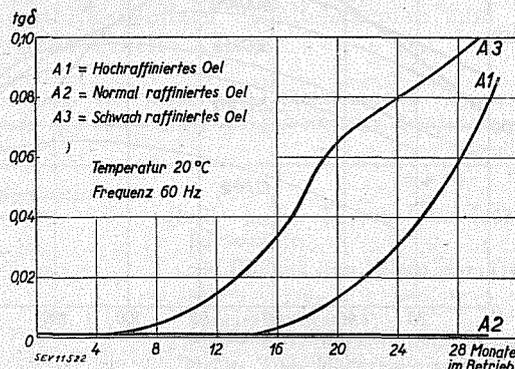


Fig. 17.

Abhängigkeit des dielektrischen Verlustfaktors vom Raffinationszustand nach längerer Betriebszeit (60 Hz)

Eigenschaften noch nicht erreicht sind. Unter «überraffiniert» wird derjenige Raffinationszustand verstanden, bei dem im betriebsmässigen Verhalten bereits unstatthafte Zersetzungen stattfinden. Zwischen diesen beiden Grenzzuständen liegt der als «normalraffiniert» bezeichnete Zustand. Bei den Mineralölen, die in der Isoliertechnik gebraucht werden, muss der Einfluss des Luftsauerstoffes, vor allem bei höheren Temperaturen, berücksichtigt werden. Unter deren Einwirkung entstehen Reaktionsprodukte, die das dielektrische Verhalten

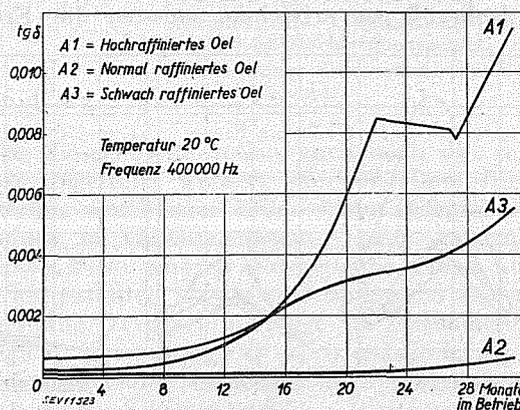


Fig. 18.

Abhängigkeit des dielektrischen Verlustfaktors vom Raffinationszustand nach längerer Betriebszeit ( $4 \cdot 10^5$  Hz)

sehr stark beeinflussen können, und zwar je nach dem Raffinationszustand in verschiedener Weise. Ein Vergleich der Fig. 17 und 18 lässt dies deutlich erkennen. Bei unterraffinierten Oelen entstehen

<sup>19)</sup> H. Stäger, siehe Fussnote <sup>15)</sup>.

Reaktionsprodukte von höherem Molekulargewicht, die polare Gruppen enthalten und dementsprechend bei niederen Frequenzen die dielektrischen Verluste stark erhöhen. Bei höheren Frequenzen vermögen diese grösseren Moleküle nicht mehr die gleiche Wirkung auszuüben; dagegen sind es jetzt die niedermolekularen Verbindungen mit polaren Gruppen, die sich bei den überraffinierten Oelen bilden können, die die dielektrischen Verluste erhöhen. Die Reaktionsprodukte, die bei richtig raffinierten Isolierölen beobachtet werden, haben weder bei Nieder- noch bei Hochfrequenz einen grossen Einfluss auf die dielektrischen Verluste. Es ist schon verschiedentlich vorgeschlagen worden, mit Hilfe von Oxydationsverfahren das Verhalten der Isolieröle im Betrieb vorauszusagen und damit eine Begutachtung zum vorneherein zu erreichen.<sup>20)</sup> Auf Grund der bereits erwähnten Arbeiten und anderer neuerer Untersuchungen<sup>21)</sup> ist der Beweis erbracht worden, dass auf diesem Wege keine Anhaltspunkte über das dielektrische Verhalten von Isolierölen im Betrieb gewonnen werden können. Für die Begutachtung der Mineralöle für die Hochfrequenztechnik sind die erwähnten Verfahren auszuschliessen.

An dieser Stelle muss noch das Paraffin erwähnt werden, das zwar nicht als Flüssigkeit, sondern gewöhnlich als fester Körper Verwendung findet, aber als Mineralölabkömmling der Vollständigkeit halber erwähnt werden soll. Neuerdings wird es mit verschiedenen Kunststoffen, die weiter unten besprochen werden sollen, angewendet, so in Verbindung mit Polyvinyläthern als Tränk- und Vergussmassen.<sup>22)</sup> Da die Mineralöle infolge ihrer Zusammensetzung eine gewisse Feuergefährlichkeit in sich schliessen, sind in der Hochspannungstechnik die chlorierten Kohlenwasserstoffe eingeführt worden, die je nach der Zusammensetzung flüssig bis fest sein können. In der Hochfrequenztechnik haben sie bis jetzt infolge ihrer mehr oder weniger hohen dielektrischen Verluste noch keinen Eingang gefunden. Da es sich um Gemische verschiedener Chlorierungsstufen handelt, ist der dielektrische Verlustfaktor sehr stark abhängig von den stereochemischen Verhältnissen in den Molekülen und vor allem vom Chlorgehalt. Die bis jetzt vorliegenden Untersuchungen lassen vermuten, dass es möglich sein sollte, auch in dieser Richtung Isolierstoffe zu erzeugen, die den Anforderungen der Hochfrequenztechnik genügen können.<sup>23)</sup>

#### b) Amorphe Festkörper (organische Gläser, organische Kunststoffe)

Die unter 2c) besprochenen keramischen Sonderisolerstoffe, die wir als anorganische Kunststoffe bezeichnet haben, unterscheiden sich von den or-

<sup>20)</sup> F. Evers, Isolieröle, Praktische und theoretische Fragen. Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin 1938.

W. Boller, Bull. SEV, Bd. 33 (1942), S. 363.

<sup>21)</sup> P. O. Schupp, Wiss. Veröffentlichungen Siemens-Konzern, Werkstoffsonderheft 1940.

<sup>22)</sup> Wallraff, Kunststofftechnik, Bd. 13 (1943), S. 4.

<sup>23)</sup> H. Stäger, W. Bédert und B. Frischmuth, Schweiz. Arch. f. angew. Wiss. u. Techn., Bd. 9 (1943), S. 261.

ganischen Kunststoffen vor allem durch den Ordnungszustand der Moleküle. Es wurde in Tabelle I schon darauf hingewiesen, dass die anorganischen amorphen Festkörper als Gläser bezeichnet werden. Unter 2b wurden deren Eigenschaften etwas ausführlicher behandelt. Um das Bild zu vervollständigen, ist es erforderlich, sich vorerst über den Ordnungszustand der amorphen organischen Festkörper, der organischen Gläser, eine Vorstellung zu machen. In der jüngsten Zeit sind in dieser Hinsicht ausgedehnte Untersuchungen durchgeführt worden, die im folgenden nur angedeutet werden können.<sup>24)</sup> Zur Erklärung der Unterschiede zwischen einem kristallisierten und einem amorphen Festkörper soll Fig. 19 herangezogen werden. Es

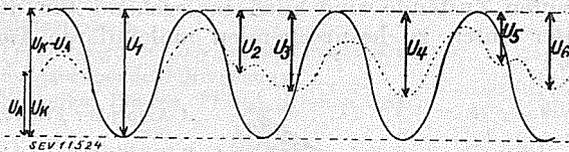


Fig. 19.

Potentielle Energie bei kristallinen und amorphen Festkörpern in Abhängigkeit vom Molekülabstand

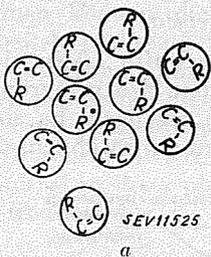
- Kristall
- - - - - Amorpher Festkörper.
- $U_k$  Mindestenergie zum Platzwechsel im Kristall.
- $U_A$  Im amorphen Festkörper.
- $U_k - U_A$  Unterkühlbarkeitsgrenze.

sind darin die entsprechenden Potentialdiagramme eingezeichnet. Der Ordnungszustand beider Arten lässt sich durch die Form der Potentialberge deutlich darstellen. Beim kristallisierten Körper sind die Schwellenwerte der Mindestenergie  $U_k$  zum Ueberschreiten der Potentialberge in allen Richtungen konstant, abgesehen natürlich von den bekannten Störstellen (Ideal- und Realkristall). Bei den amorphen Festkörpern dagegen sind die Po-

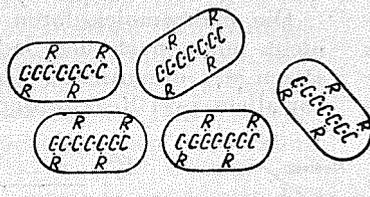
das Temperaturgebiet, in dem der amorphe Festkörper in Erscheinung tritt. Je grösser  $U_A$ , um so höher die Einfrieretemperatur.

Die Zahl  $n$  der verschiedenen Schwellenwerte beeinflusst die Ausdehnung des Einfriergebietes. Bei den anorganischen Gläsern wurde bereits der Begriff des Transformationsgebietes eingeführt, der bei den organischen amorphen Festkörpern zum Teil dem Begriff des Einfriergebietes entspricht. Ein grosses  $n$  bedeutet ein grosses Einfrierintervall. Ein Vergleich der absoluten Höhe der Potential-schwellenwerte beim kristallinen und beim amorphen Festkörper zeigt, dass  $U_k$  immer grösser ist als  $U_A$ . Die Differenz  $U_k - U_A = U_{AK}$  bedeutet den Temperaturbetrag, um welchen eine Flüssigkeit im Höchstfall unterkühlt werden kann, bis sie zum amorphen Festkörper wird. Die hier kurz geschilderten Ordnungszustände lassen den Unterschied zwischen den kristallinen und den amorphen Festkörpern deutlich erkennen. Wir müssen aber noch einige weitere neue Anschauungen erwähnen, um den Zusammenhang mit den dielektrischen Eigenschaften besser zu verstehen.

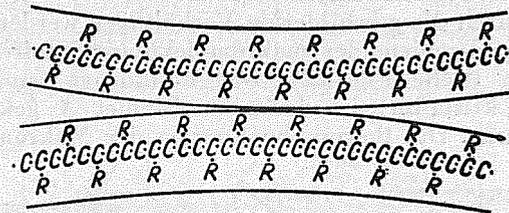
Die amorphen organischen Festkörper bestehen aus Makromolekülen. Das damit zusammenhängende dielektrische Verhalten wurde schon in Tabelle I angedeutet. Es wurden dort auch schon die Begriffe inner- und zwischenmolekulare Kräfte erwähnt. In Fig. 20 soll dieses Verhalten anschaulich gemacht werden. In der schematischen Darstellung, links, sind die Mikromoleküle dargestellt, die die Makromoleküle aufbauen können. Diese sind in bezug auf ihre Nachbarn völlig gleichwertig. Das Molekül bildet die energetische Einheit. Das Bild in der Mitte bedeutet einen geringen Polymerisationsgrad, der durch Zusammenlegung von freien Mikromolekülen zu Kettenglied-



a



b



c

Fig. 20.

Bildung von Makromolekülen (nach K. Ueberreiter)

a Schema von Mikromolekülen einer polymerisier- oder kondensierbaren Flüssigkeit. Gleichwertigkeit aller Nachbarn.

b Geringe Kettenlänge. Unterscheidung von zwischen- und innermolekularen Kräften.

c Hohe Kettenlänge. Zwischenmolekulare Kräfte überwiegen bei weitem die innermolekularen. «Stoff mit fixierter Struktur».

tentialberge sehr verschieden ( $U_1, U_2, U_3, U_4, U_5$  usw.). Wenn man das Mittel bei  $n$  verschiedenen Energiestufen zwischen  $U_1$  und  $U_n$  feststellt, ergibt sich der Mittelwert  $U_A$  als der Energiewert, welcher zum Platzwechsel im amorphen Körper erforderlich ist. Die Grössenordnung von  $U_A$  bestimmt die Lage des Einfriergebietes. Darunter versteht man

dem erreicht worden ist. Die Dichte nimmt dabei zu, da die Moleküle durch Hauptvalenzbindung enger zusammenrücken. Es ist sofort ersichtlich, dass jetzt nicht mehr alle Moleküle als gleichwertig zu betrachten sind. Die durch Hauptvalenzen einander nähergerückten Kettenglieder beeinflussen sich weitaus stärker als die durch Nebenvalenzkräfte mit ihnen verbundenen Mikromoleküle. Zu den zwischenmolekularen Kräften treten jetzt die innermolekularen Kräfte der Kettenglieder untereinander. Für die Eigenschaften wird also

<sup>24)</sup> E. Jenckel, Naturwissenschaften, Bd. 25 (1937), S. 497. E. Jenckel und K. Ueberreiter, Z. Phys. Chem. A., Bd. 182 (1938), S. 361. K. Ueberreiter, Koll. Z., Bd. 102 (1943), S. 272.

die Ueberlagerung der einzelnen Kräfte von Bedeutung sein. Während die zwischenmolekularen Kräfte sich addieren und mit wachsender Kettenlänge ansteigen, bleiben die innermolekularen Kräfte unverändert und unabhängig von der Kettenlänge. Die beiden Kräfte bedingen nun das Verhalten, nämlich ob bei thermischer Anregung das Makromolekül als starr, d. h. als kinetische Einheit aufgefasst werden kann, oder ob schon eine Bewegung der Kettenglieder gegeneinander möglich ist, während das Makromolekül in seiner Gesamtheit noch festliegt. Rechts im Schema Fig. 20 sind bereits lange Ketten gebildet worden. Die zwischenmolekularen Kräfte sind dabei den innermolekularen Kräften überlegen, so dass die Kettenglieder leichter bewegt werden können als das grosse Molekül in seiner gesamten Ausdehnung. Wenn wir auf

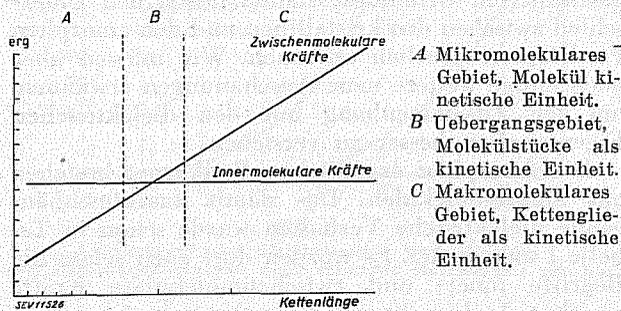


Fig. 21.

Zusammenhang zwischen der Kettenlänge und den inner- und zwischenmolekularen Kräften (nach K. Ueberreiter)

Tabelle I zurückgreifen, so können wir dort feststellen, dass das dielektrische Verhalten ebenfalls auf diese Verhältnisse zurückzuführen ist. Fig. 21 gibt einen schematischen Ueberblick über die Zusammenhänge zwischen den innermolekularen und den zwischenmolekularen Kräften.

Durch die geschilderten Verhältnisse werden die Zustandsgebiete der makromolekularen Stoffe bedingt (siehe Fig. 22). Der Festkörper (amorph oder kristallin) ist durch das Gebiet A gekennzeichnet. Die thermische Energie der Makromole-

flüssigen Zustand (B) können Mikro- und Makromoleküle Ortswechsel vornehmen. Das Gebiet C umschreibt den Zustand, der neuerdings mit dem Begriff «Flüssigkeit mit fixierter Struktur» benannt wird. Wir haben dort einen grossen Unterschied zwischen innermolekularen und zwischenmolekularen Kräften.

Die neuen Erkenntnisse führen unter Berücksichtigung der Kettenlänge und der inner- und zwischenmolekularen Kräfte zu drei verschiedenen Arten von Systemen, nämlich zu den kautschukartigen Polymeren, den Thermoplasten und den thermisch nicht erweichbaren, auch härtbare Stoffe, genannt. In Fig. 23 sind die entsprechenden Verhältnisse schematisch dargestellt. Die drei erwähnten Zustände sind auch massgebend für die weiter unten zu besprechenden molekularen Iso-

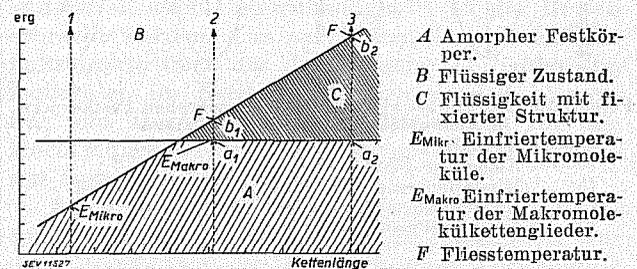


Fig. 22.

Zustandsgebiete bei makromolekularen Stoffen in Abhängigkeit von der Kettenlänge (nach K. Ueberreiter)

lierstoffe. Nicht nur die mechanischen Eigenschaften sind durch diese Schemata umschrieben, sondern zum Teil auch die dielektrischen Eigenschaften. Es wird sich zeigen, dass die mechanischen und die dielektrischen Eigenschaften ganz bestimmte Zusammenhänge aufweisen.

Die makromolekularen Isolierstoffe lassen sich nicht mehr nach den bekannten Synthesegrundsätzen der organischen Chemie erzeugen. Es sind vor allem zwei Reaktionsgruppen zu erwähnen, die

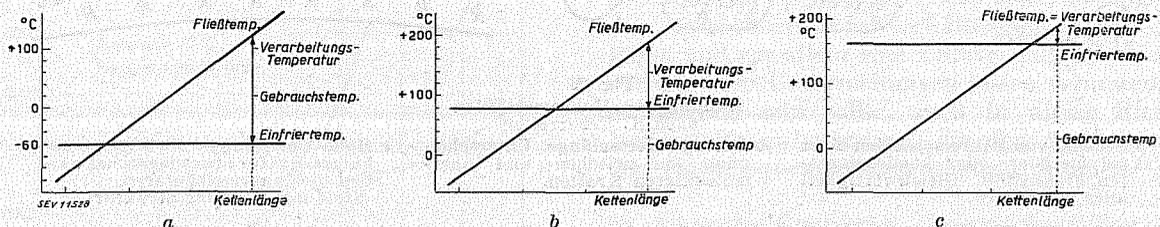


Fig. 23.

Abhängigkeit der inner- und zwischenmolekularen Kräfte von der Kettenlänge und ihr Einfluss auf die Eigenschaften makromolekularer Werkstoffe (nach K. Ueberreiter)

a Kettenlängenabhängigkeit von zwischen- und innermolekularen Kräften bei kautschukartigen Makromolekülen.

b Kettenlängenabhängigkeit von zwischen- und innermolekularen Kräften bei kautschukartigen Makromolekülen.

c Kettenlängenabhängigkeit von thermisch nicht erweichbaren Stoffen.

küle oder ihrer Kettenglieder ist geringer als die Potentialschwellenwerte der zwischenmolekularen Kräfte im mikromolekularen und der innermolekularen Kräfte im makromolekularen Gebiet. Ein Ortswechsel der Moleküle ist nicht möglich. Im

zu solchen Werkstoffen führen, nämlich die Polymerisation und die Polykondensation. In Tabelle XIII sind die beiden Reaktionsarten beschrieben; auch sind verschiedene Angaben über die Verarbeitung enthalten.

Verfahren zur Herstellung makromolekularer Werkstoffe

Tabelle XIII

Polymerisation	Polykondensation
Zusammenschluss gleich- oder verschiedenartiger kleiner Moleküle zu grossen, ohne Abspaltung von Reaktionszwischenprodukten. Verhältnismässige Zusammensetzung der Ausgangsstoffe bleibt erhalten	Reaktion gleich- oder verschiedenartiger kleiner Moleküle unter Abspaltung von Reaktionsprodukten (H <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O NH <sub>3</sub> ) = Kondensation Nachträglich Polymerisation = Polykondensation Endprodukte andere Zusammensetzung als Ausgangsstoffe
$C_x H_y \rightarrow (C_x H_y)_n$	$C_x H_y O_z + C_{x1} H_{y1} O_{z1} \rightarrow C_{(x+x1)} H_{(y+y1)-2} O_{(z+z1)-1} + H_2 O$
Ein-Zweidimensionale Makromoleküle (Faden-Filmbildung)	Zwei-Dreidimensionale Vernetzung Filmbildung, kugelige Makromoleküle, Sphärokolloide
Reaktionsprodukte: Polymerisate gleichartig: Isopolymerisate verschiedenartig: Heteropolymerisate nicht härtbar, Thermoplaste, zum Teil schweisssbar.	Reaktionsprodukte: Polykondensate gleichartig: Isopolykondensate verschiedenartig: Heteropolykondensate härtbar, nicht schweisssbar
Spanlose Formgebung Spritzgiessen Strangpressen Formpressen mit oder ohne Zusatzstoffe Spanabhebende Formgebung: Schleifen, Bohren, Fräsen, Drehen, Sägen	Spanlose Formgebung Giessen, Spritzpressgiessen Strangpressen, Formpressen mit Zusatzstoffen ausgenommen beim Giessen. Zusatzstoffe: Pulverförmige: anorganische (Gesteinmehl, Asbestmehl) organische (Textilschnitzel, Papierschnitzel) Blattförmige: anorganische: Asbestgewebe, Glasgewebe organische: Textilgewebe Holzfourniere Papier Spanabhebende Formgebung: Schleifen, Bohren, Drehen, Sägen

b<sub>1</sub>) Polymerisate.

In Tabelle I wurde angegeben, dass das dielektrische Verhalten der organischen amorphen Festkörper einerseits durch die Beweglichkeit der polaren Gruppen und andererseits durch die Beweglichkeit der Kettenglieder in dem oben geschilderten Sinne bedingt sei. Erst in den letzten Jahren hat man sich die Mühe gegeben, die Polymerisate in dielektrischer Hinsicht eingehender zu untersuchen. Die wenigen Bemerkungen bezüglich des dielektrischen Verhaltens sind in verschiedenen Fällen bereits als richtig festgestellt worden. Im allgemeinen können diese Vorstellungen lediglich als Arbeitshypothese bezeichnet werden. Da wir es bei den makromolekularen organischen Isolierstoffen nicht mit einheitlichen chemischen Individuen, sondern mit polymolekularen Gemischen zu tun haben, ist es sehr schwierig, die einzelnen Einflüsse einwandfrei in ihrer phänomenologischen Auswirkung zu trennen.

Rücksprunghöhe *h* einiger Werkstoffe für eine aus 500 mm Höhe herabfallende Stahlkugel, daraus errechnet Verlustwinkel  $\delta$

Tabelle XIV

Werkstoff	<i>h</i> in mm	$\delta$
Eiche	83,8	133 · 10 <sup>-3</sup>
Weissbuche	128,3	118 · 10 <sup>-3</sup>
Marmor	199,7	96 · 10 <sup>-3</sup>
Weichgummi	206,0	94 · 10 <sup>-3</sup>
Kalkspat	280,5	70 · 10 <sup>-3</sup>
Spiegelglas	314,1	59 · 10 <sup>-3</sup>
Calalith	334,2	53 · 10 <sup>-3</sup>
Porzellan	398,0	48 · 10 <sup>-3</sup>

Zusammenhänge zwischen den mechanischen Eigenschaften und dem dielektrischen Verhalten sind schon verschiedentlich erwähnt und beschrieben worden. So können aus Tabelle XIV die Zusam-

menhänge zwischen der Rücksprunghöhe *h* einiger Werkstoffe für eine aus 500 mm Höhe herabfallende Stahlkugel entnommen werden, sowie der daraus errechnete dielektrische Verlustwinkel  $\delta$ <sup>25)</sup>.

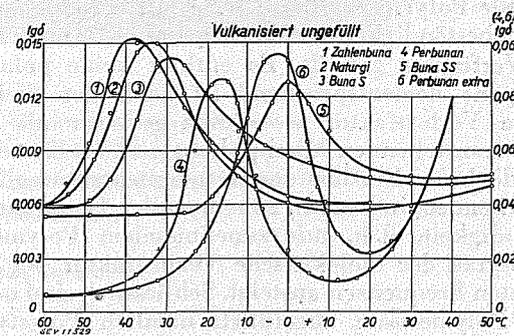
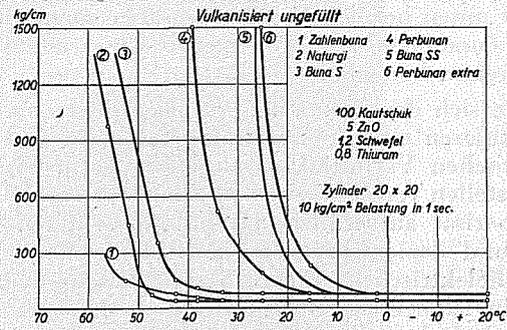


Fig. 24.  
Federkonstante und dielektrischer Verlustfaktor von künstlichen Kautschuken (nach H. Roelig)

Aehnliche Zusammenhänge lassen sich aus Fig. 24 entnehmen. Es sind dort in der oberen Hälfte die Federkonstanten verschiedener künstlicher Kaut-

<sup>25)</sup> P. Stöcklin, Kautschuk, Bd. 18 (1942), S. 151; Bd. 19 (1943), S. 3.

schuksorten und unten die Werte für den entsprechenden dielektrischen Verlustfaktor eingetragen. Es zeigt sich, dass eine sehr gute Uebereinstimmung zwischen dem mechanischen und dem dielektrischen Verhalten besteht. Die Maxima des dielektrischen Verlustfaktors liegen nahezu bei der gleichen Temperatur, bei der die Einfriererscheinungen sich bemerkbar machen. Wenn man berücksichtigt, dass man es bei den künstlichen Kautschuken mit poly-

Mischpolymerisat, Vinylchlorid + Metacrylsäuremethylester	DK		tg δ · 10 <sup>-4</sup>		
	50Hz	0 · 10 <sup>2</sup> 10 <sup>6</sup>	50Hz	0 · 10 <sup>2</sup>	10 <sup>6</sup>
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ -\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}_2- \\   \quad   \quad   \\ \text{Cl} \quad \text{Cl} \quad \text{COOCH}_3 \end{array}$	3	35	100	100	150
Polyvinylcarbazol $\begin{array}{c} -\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}- \\   \quad   \quad   \\ \text{N} \quad \text{N} \quad \text{N} \end{array}$ 	100	3	3	7	10
	125	3	3	9	10
	150	3	3	10	10
Polystyrol $\begin{array}{c} -\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2- \\   \quad   \quad   \\ \text{C}_6\text{H}_5 \quad \text{C}_6\text{H}_5 \quad \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$	2,6	2,6	2,6	2	2
Polyisobutylen $\begin{array}{c} \text{CH}_2 \\   \\ \text{C} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array} \begin{array}{c} \text{CH}_2 \\   \\ \text{C} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array} \begin{array}{c} \text{CH}_2 \\   \\ \text{C} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array} \begin{array}{c} \text{CH}_2 \\   \\ \text{C} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$ SEV 1530		2,3		4	1

Fig. 25.

Dielektrische Eigenschaften einiger Polymerisate

molekularen Gemischen zu tun hat, ist die Uebereinstimmung als gut zu bezeichnen<sup>26)</sup>. Wir werden weiter unten bei den Polykondensaten einen ähnlichen Zusammenhang aus eigenen Untersuchungen nachweisen können.

Wie sich der chemische Aufbau solcher makromolekularen organischen Isolierstoffe auf den dielektrischen Verlustfaktor auswirkt, ist in Fig. 25 darzustellen versucht worden. Zuerst ist ein Mischpolymerisat aufgeführt, das polare Gruppen enthält und dementsprechend auch hohe Werte für den dielektrischen Verlustfaktor (Mischpolymerisat Vinylchlorid mit Metakrylsäuremethylester). Das folgende Polyvinylcarbazol wird mit verschiedenen Wärmebeständigkeitsstufen für 100, 125 und 150° zur Verfügung gestellt. Es enthält keine polaren Gruppen; dementsprechend ist auch der dielektrische Verlustfaktor wesentlich geringer als bei dem voranstehenden Mischpolymerisat. Es lässt sich aber doch der Einfluss der Kettengliederbeweglichkeit erkennen, indem mit zunehmender Temperaturbeständigkeit, d. h. mit zunehmendem Polymerisationsgrad der dielektrische Verlustfaktor bei bestimmten Frequenzen ansteigt. Schliesslich sind noch zwei Polymerisate angeführt, nämlich Polystyrol und Polyisobutylen, die infolge ihres unpolaren Aufbaues sehr niedrige Werte für den dielektrischen Verlustfaktor aufweisen. Leider ist die Abhängigkeit von der Kettengliederzahl noch nicht genau untersucht.

Die Polymerisate haben alle eine nur beschränkte Temperaturbeständigkeit. Infolge der ein- oder zweidimensionalen Verkettung der Bausteine ent-

stehen fibrilläre oder laminare Bildungsformen, wobei die Ordnung im amorphen Festkörper von der Lage der Einfrierungstemperatur abhängig ist (Fig. 23). Die Thermoplaste können aus diesen Gründen nur bis zu beschränkten Temperaturgrenzen als Isolierstoffe gebraucht werden.

### b<sub>2</sub>) Polykondensate.

Der eben erwähnte Nachteil kann beseitigt werden, wenn es gelingt, eine starrere Vernetzung der Makromoleküle zu erreichen. Dies ist zum Teil erreicht bei den Polykondensaten. Es bilden sich bei der Polykondensation dreidimensionale Makromoleküle, die auch als Sphärokolloide bezeichnet werden. Durch Fig. 23 ist das grundsätzlich andere Verhalten gegenüber den kautschukartigen und den thermoplastischen Makromolekülen gekennzeichnet.

In der Isoliertechnik werden schon seit langer Zeit Werkstoffe aus dieser Gruppe verwendet. Die bekanntesten gehören zu den Phenol- und Kresolabkömmlingen (Phenoplaste). Im Gegensatz zu den unter b<sub>1</sub> besprochenen Polymerisaten sind die dreidimensional vernetzten Phenoplaste härtbar, d. h. sie können durch geeignete Wärmebehandlung in den unlöslichen und unsmelzbaren Zustand übergeführt werden. Bezüglich des dielektrischen Verhaltens müssen wir vorerst den Aufbau des Makro-

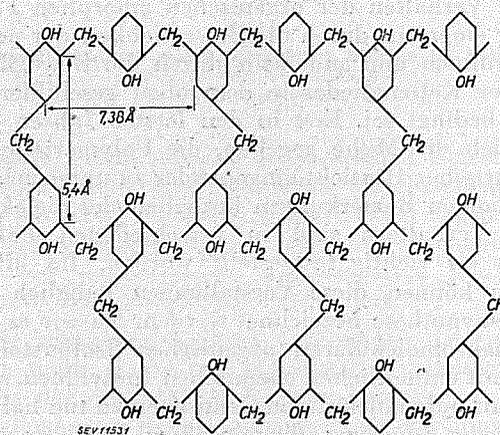


Fig. 26.

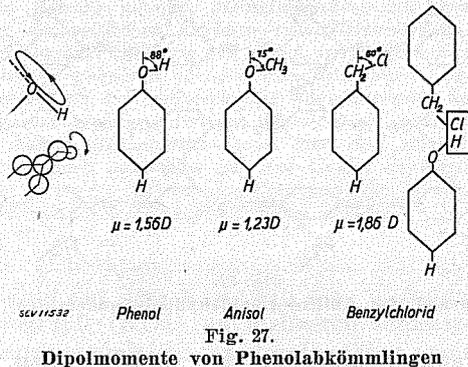
Phenoplastmolekül

moleküles, wie er aus Fig. 26 zu ersehen ist, besprechen. Es zeigt sich, dass in dem Phenoplastmolekül frei bewegliche Hydroxylgruppen (—OH) vorhanden sind. Gemäss Tabelle I wissen wir, dass das dielektrische Verhalten durch die Beweglichkeit solcher polaren Gruppen beeinflusst wird. Dass tatsächlich die Dipolmomente von der Konstitution abhängig sind, geht aus Fig. 27 hervor. Die Hydroxylgruppe ist eine freie, drehbare Gruppe, die sich um ihre Bindung an den Molekülumpf frei oder fast frei drehen kann<sup>27)</sup>. Die Drehachse in Fig. 27 ist der CO-Valenzstrich und das Dipolmoment des Radikals, das auf der CO-Richtung beinahe senkrecht steht, ist relativ zum Molekülumpf nicht an seine Lage fixiert, sondern kann nahezu gleich gut alle Stellungen auf dem angedeuteten Kegel-

<sup>26)</sup> H. Roelig, Kautschuk, Bd. 17 (1941), S. 139.

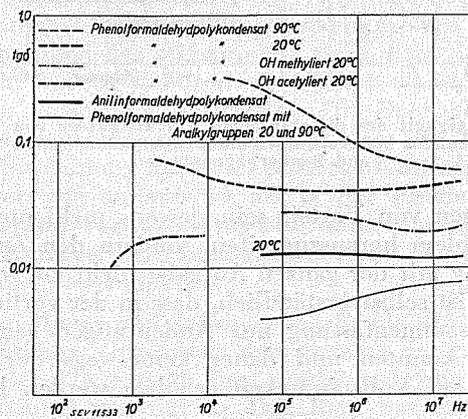
<sup>27)</sup> F. Horst-Müller, ETZ, Bd. 59 (1938), Hefte 43 und 44.

mantel einnehmen. Untersuchungen über die dielektrischen Momente haben erkennen lassen, dass die Winkelung durch Einführung anderer Molekülgruppen geändert werden kann, was ebenfalls aus Fig. 27 hervorgeht. Für das dielektrische Verhalten



ist nach unserer Auffassung vorerst die Beweglichkeit der polaren Hydroxylgruppe massgeblich, während die Kettengliederbeweglichkeit infolge der dreidimensionalen Vernetzung bei diesen Isolierstoffen wohl kaum in Erscheinung treten wird.

Durch ausgedehnte Versuche sollte der nachteilige Einfluss der polaren Gruppe herabgemindert werden. Es ist dies gelungen durch verschiedene Massnahmen, wie Veresterung und Verätherung<sup>28)</sup> (siehe Fig. 28). Der dielektrische Verlustfaktor zeigt bei den üblichen Phenoplasten eine beträchtliche Frequenz- und Temperaturabhängigkeit. Aus diesen Gründen ist eine ausgedehnte Verwendung in der Hochfrequenztechnik bis jetzt nicht möglich gewesen. Durch entsprechende Verätherung ist es gelungen, härtbare Phenoplaste zu erzeugen, bei denen der dielektrische Verlustfaktor praktisch keine Frequenz- und keine Temperaturabhängigkeit bis 100° C aufweist, wie aus Fig. 29 hervorgeht.

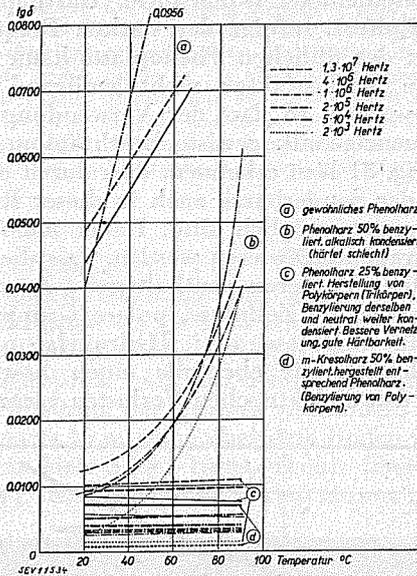


Veresterung, Verätherung und dielektrischer Verlustfaktor bei Phenoplasten

Bei der Besprechung der Polymerisate wurde darauf aufmerksam gemacht, dass neuerdings die Zusammenhänge zwischen den mechanischen und

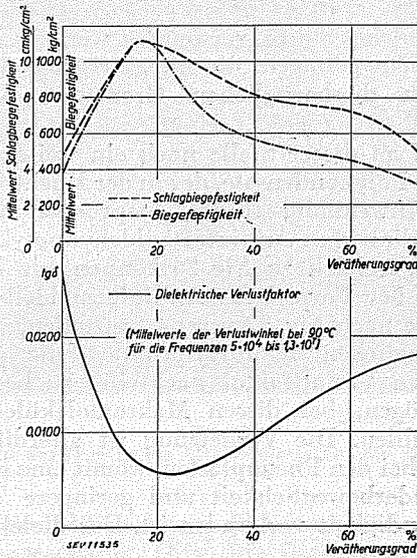
<sup>28)</sup> H. Stäger, W. Bédert und B. Frischmuth, Schweiz. Arch. f. angew. Wiss. u. Techn., Bd. 9 (1943), S. 261.

den dielektrischen Eigenschaften untersucht werden. Aehnliche Arbeiten sind auch bei uns ausgeführt worden und Fig. 30 zeigt die Auswertung solcher Versuchsreihen, nämlich den Zusammenhang zwischen der Schlagbiegefestigkeit, der Biege-



Temperatur- und Frequenzabhängigkeit des dielektrischen Verlustfaktors bei verschiedenen Phenoplasten

festigkeit und dem dielektrischen Verlustfaktor in Abhängigkeit vom Verätherungsgrad, d. h. von der Festlegung der frei beweglichen polaren OH-Gruppen. Die Werte für den dielektrischen Verlustfaktor sind in dem Gebiet entnommen worden (90° C), in dem die Frequenzabhängigkeit am deutlichsten



Mechanischen Eigenschaften und dielektrischer Verlustfaktor verschiedener Phenolabkömmlinge

zum Ausdruck kommt. Auch in diesem Falle zeigt sich der Zusammenhang zwischen den mechanischen Eigenschaften und dem dielektrischen Verhalten. Die Sonderharze aus der Phenoplastreihe lassen sich als Reinharze in der Hochfrequenz-

technik mit Vorteil verwenden, im Gegensatz zu den Polymerisaten dort, wo eine bestimmte Temperaturabhängigkeit erforderlich ist.

Die härtbaren Polykondensate, so vor allem die Phenoplaste, sind besonders geeignet zur Herstellung geschichteter Isolierstoffe (Hartpapierplatten und Rohre). Infolge der starken Frequenzabhängigkeit der üblichen Phenoplaste kann der dielektrische Verlustfaktor nicht genügend herabgedrückt werden, so dass der Verwendung in der Hochfrequenztechnik gewisse Beschränkung auferlegt ist. Fig. 31 lässt erkennen, dass durch die Verwendung der Sonderharze auch in dieser Richtung Verbesserungen möglich sind. Dabei muss immer wieder darauf hingewiesen werden, dass die in den verwendeten Papieren enthaltenen Zusatzstoffe (Leim), sowie die Zellulose, polare Gruppen enthalten (die Zellulose drei Hydroxylgruppen je Grundmolekül), die ebenfalls einen bestimmten Anteil an den dielektrischen Verlusten verursachen.

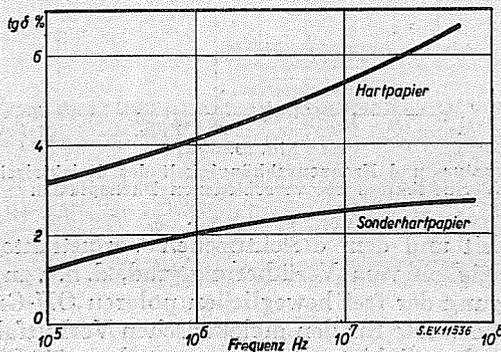


Fig. 31. Abhängigkeit des dielektrischen Verlustfaktors von der Frequenz bei verschiedenen Hartpapieren

Solange solche Stoffe verwendet werden müssen, wird es nicht gelingen, die dielektrischen Verluste unter den diesbezüglichen Grenzwert hinabzudrücken.

Es soll an dieser Stelle noch ein weiterer Vertreter der Polykondensate, der in der Hochfrequenztechnik Anwendung findet, besprochen werden. Es sind dies die Anilinformaldehydpolykondensate. Im Vergleich zu Fig. 26 können wir bei Betrachtung der Formel für Anilinformaldehydpolykondensate nach Fig. 32 vererst feststellen, dass die frei beweglichen Hydroxylgruppen, die den dielektrischen Verlustfaktor nachteilig zu beeinflussen vermögen, bei diesen Makromolekülen vollständig fehlen. Die Vernetzung ist allerdings geringer als bei den Phenoplasten, womit eine grössere Kettengliederbeweglichkeit und geringere Temperaturbeständigkeit verbunden ist. Der dielektrische

Verlustfaktor, der bei den Anilinformaldehydpolykondensaten festgestellt worden ist, muss daher auf die Kettengliederbeweglichkeit zurückgeführt werden. Es geht dies auch daraus hervor, dass die

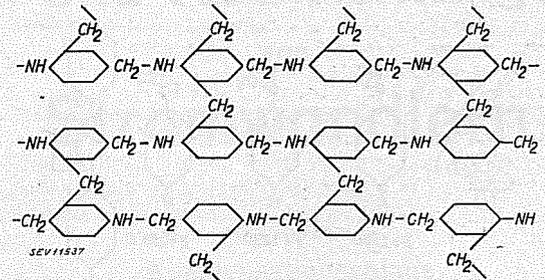


Fig. 32. Formel von Anilinformaldehydpolykondensaten

Temperaturabhängigkeit des dielektrischen Verlustfaktors verhältnismässig gering ist gegenüber denjenigen Polykondensaten, die freie polare Gruppen enthalten (Fig. 33).

Es ist vorstehend versucht worden, einige Gedanken zusammenzufassen, die nach Auffassung des Verfassers für die Gesamtbetrachtung des Isolationsproblems in der Hochfrequenztechnik anregend sein können. Es wird für zukünftige Unter-

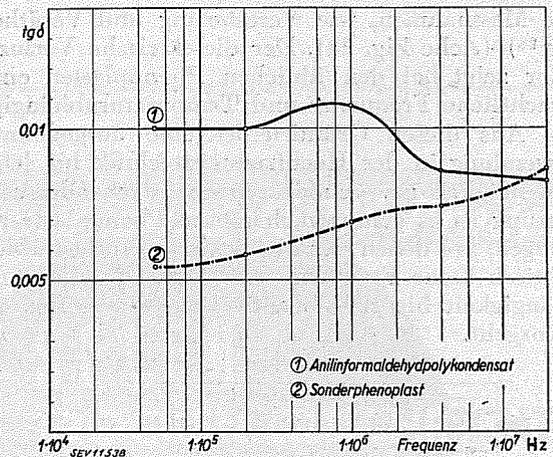


Fig. 33. Abhängigkeit des dielektrischen Verlustfaktors von der Frequenz bei Anilinformaldehydpolykondensaten und Sonderphenoplasten

suchungen von Vorteil sein, jeweils nicht nur ein Teilproblem herauszugreifen, sondern den Zusammenhang mit der ganzen Aufgabe nicht zu vergessen. Es ist selbstverständlich, dass in der vorliegenden Zusammenfassung nur Andeutungen gemacht werden konnten und daher keineswegs der Anspruch auf Vollständigkeit erhoben werden kann.

## Die Blitzmessstation auf dem Monte San Salvatore

Von K. Berger, Zürich

621.317.2 : 621.3.014.33(494)

Der nachstehende Bericht gibt eine kurze Orientierung über eine im vergangenen Sommer auf dem Monte San Salvatore in Betrieb gesetzte Messeinrichtung zur exakten Erfassung des zeitlichen Verlaufs von Blitzströmen. Die Einrichtung besteht vorläufig aus einem speziell zu diesem Registrierzweck gebauten Schleifenoszillographen samt einer Kunstschaltung zur Aufzeichnung kurzdauernder Spannungsspitzen und einem neuartigen Mess-Shunt sowie aus einem 70 m hohen Blitzableiter-Turm, der den Blitzeinschlägen möglichst stark ausgesetzt ist. Auf Grund der ersten Resultate des Sommers 1943 ist eine Ergänzung der Messeinrichtung durch Kathodenstrahl-Oszillographen geplant.

Die Ueberspannungsmessungen, die im letzten Jahrzehnt vor dem Krieg mit dem Kathodenstrahl-Oszillograph (KO) an mehreren schweizerischen Hochspannungsleitungen durchgeführt wurden, lassen erkennen, dass mindestens für unsere Gegenden der direkte Blitzschlag ein Hauptstörer der Energieübertragung ist<sup>1)</sup>. Auch die bisher rein empirischen «Leitsätze für Gebäudeblitzschutz» des SEV wecken das Interesse am Blitzstrom, müsste es doch möglich sein, bei bekanntem Verlauf des Blitzstromes genau fundierte Regeln aufzustellen, wie ein zuverlässiger Blitzableiter beschaffen sein müsste.

In weiterer Verfolgung ihres Zieles, Blitzstörungserscheinungen abzuklären, hat die Forschungskommission des SEV und VSE für Hochspannungsfragen (FKH) Ende 1942 auf dem Monte San Salvatore bei Lugano einen 70 m hohen Blitzableiter errichtet. Blitzeinschläge in diesen Turm sollen registriert werden, indem der Blitzstrom über einen neuartigen Shunt zur Erde geführt und vom Oszillographen in seinem zeitlichen Verlauf aufgezeichnet wird. Im Ausland sind ähnliche Untersuchungen bereits in New York am Empire State Building in den letzten Jahren vor dem Krieg begonnen worden<sup>2)</sup>. Infolge der ausserordentlichen Höhe dieses Wolkenkratzers von ca. 388 m über der Ebene sind nach den Beobachtungen von Mc Eachron in 3 Jahren 68 Einschläge in die Turmspitze entstanden. Die Beobachtungen haben aber auch bereits gezeigt, dass der Vorgang der Blitzbildung an dieser aussergewöhnlich hohen «Nadel» ein anderer ist als in der Ebene. Somit lag Grund vor, die Versuche unter natürlicheren Verhältnissen zu wiederholen und in gewisser Richtung auszudehnen.

Der Monte San Salvatore reicht bis 915 m über Meereshöhe. Gegenüber dem Spiegel des Luganer-sees, der 274 m ü. M. liegt, ergibt sich ein Höhenunterschied von 641 m. Der Berg hat nach Südwesten einen langen und nach Nordosten einen kurzen Ausläufer etwa in halber Höhe; sonst steht er nach allen Seiten frei. Geologisch besteht er aus brüchigem Kalkgestein, das auf den bewaldeten Hängen mit etwas Humus bedeckt ist.

Bref aperçu du dispositif de mesure aménagé l'été passé au San Salvatore pour relever exactement l'allure des courants de foudre. Ce dispositif comporte pour l'instant un oscillographe à boucle construit spécialement à cet effet, avec un couplage artificiel pour l'inscription de pointes de tension de brève durée et un shunt de mesure d'un nouveau genre, ainsi qu'une tour de paratonnerre de 70 m de hauteur, très bien exposée aux coups de foudre. Les premiers résultats de l'été 1943 incitent à compléter ce dispositif de mesure par un oscillographe à rayons cathodiques.

Der Blitzableiter (Fig. 1) besteht aus einem 60 m hohen Holzturm mit einer 10 m langen Eisenrohrspitze. Er ist in 4 Richtungen mit Stahlseilen verankert, die in 4 Höhen des Turms angreifen. Turmspitze und Ankerseile sind an die vertikale Ableitung des Turmes verbunden, die ihrerseits in etwa 15 m Höhe über dem Boden vom Turm weg zum Mess-Shunt führt. Damit über die Verankerung der Abspannseile kein Strom nach Erde

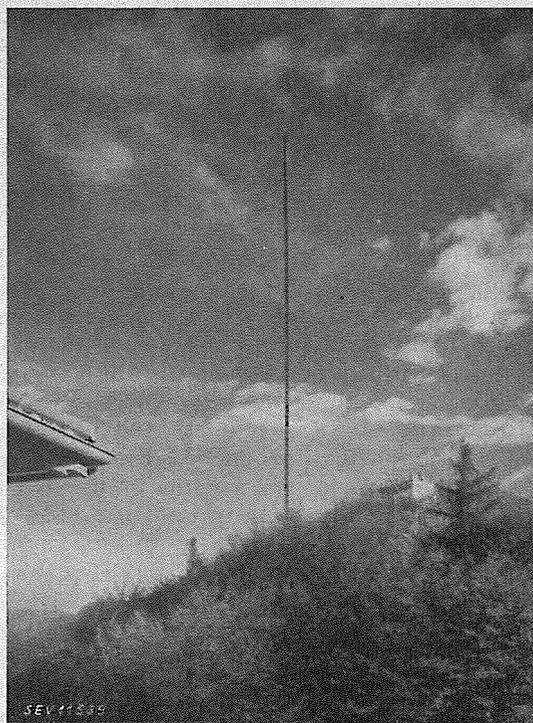


Fig. 1. Nr. 6103 BRB 3.10.1939.

Ansicht des 70 m hohen Blitzableiters auf der Bergkuppe aus SW

fliesst, sind 12 m lange Abspannbalken aus Holz zwischengeschaltet (Fig. 2). Diese sind ihrerseits gegen Zersplitterung geschützt durch Schutzfunkenstrecken, die zur Zeit auf rund 3 m Schlagweite eingestellt sind. Der Holzturm wurde der FKH in freundlicher Weise von der PTT-Verwaltung zur Verfügung gestellt; die Montage wurde von der Firma Rüttimann in Zug besorgt.

Die Blitzstrom-Messeinrichtung ist in einem alten, leerstehenden Gebäude untergebracht, das

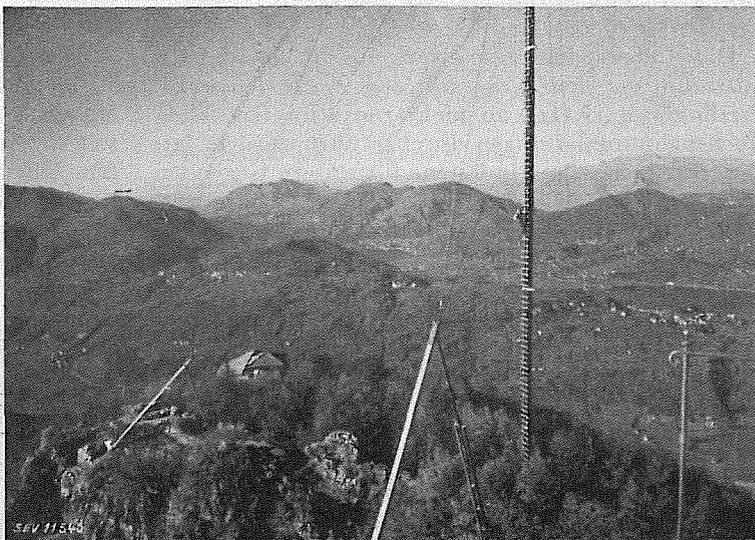
<sup>1)</sup> K. Berger, Bull. SEV 1943, Nr. 13.

<sup>2)</sup> Vgl. K. Berger, Bull. SEV 1943, Nr. 10, S. 269. — Mc Eachron, J. Franklin Inst., Februar 1939.

für diese Zwecke hergerichtet wurde. Da im Frühling 1943 keine Kathodenstrahl-Oszillographen zur Verfügung standen, wurde zunächst ein in freundlicher Weise vom Institut für Hochfrequenztechnik der ETH (Prof. Dr. F. Tank) zur Verfügung gestellter Schleifen-Oszillograph für diesen Spezialzweck umgebaut und die nötige Zubehör entwickelt. Natürlich ist es damit nicht möglich, den Stoßstrom von weniger als  $\frac{1}{1000}$  s Dauer in seinem zeitlichen Verlauf aufzuzeichnen. Dafür sind die Meßschleifen viel zu träg. Dagegen lassen sich die langdauernden Blitzströme kleiner Grösse, die hier und da im Anschluss an den Stromstoss vorkommen, die sogenannten «Blitzstromschwänze», mit dem Schleifen-Oszillographen registrieren, da ihre Dauer mehrere Tausendstel- oder sogar Hundertstelsekunden beträgt. Diese ausnahmsweise lange Dauer bildet vermutlich das Geheimnis der «zündenden Blitze». Sodann wurde der Versuch unternommen, wenigstens den Scheitelwert und die Ladung im Blitzstromstoss mit dem Schleifen-Oszillographen festzuhalten. Dies ist dadurch gelungen, dass über Glühkathodenventilröhren Kondensato-

Um Verzögerungen durch die Ingangsetzung des Schleifen-Oszillographen beim Beginn des Blitzes zu vermeiden, wird über dem im Dunkeln rotierenden Filmband kein mechanischer Verschluss geöffnet, sondern die Lichtquelle des Oszillographen vom Blitz aus eingeschaltet. Dies ist in einfacher Weise mit einer speziell ausgebildeten Bogenlampe mit Wolfram-Elektroden gelungen. Der Lichtbogen wird dazu durch eine Ueberspannung aus einem kleinen Stossgenerator für ca. 12 000 V gezündet, dessen Auslösung durch den Blitzstrom erfolgt. Während der Kondensatorenladung beginnt

Fig. 2.  
Teillansicht des Blitzableiters mit isolierenden  
Abspannkern  
Nr. 6103 BRB 3.10.1939.



ren aufgeladen werden, und zwar einmal auf den Spannungsabfall am Shunt des gesamten Blitzstromes, das andere Mal über einen ohmschen Widerstand, der den Ladestrom diesem Spannungsabfall am Shunt proportional macht. Im ersten Fall ist die Aufladespannung des Kondensators proportional dem grössten Spannungsabfall des Blitzstromes im Shunt, d. h. proportional dem Scheitelwert des Blitzstromes. Im zweiten Fall wird die Aufladung des Kondensators proportional der Ladung eines Blitzstromstosses.

Diese Kondensatoren werden vom Blitz ausserordentlich rasch geladen. Sie entladen sich anschliessend über die Meßschleifen des Oszillographen und passende Widerstände in einem so kleinen Tempo, dass die Meßschleifen mit ihrer mechanischen Trägheit folgen können und durch ihren Anfangsausschlag die ihnen zugeordnete Grösse anzeigen.

Somit lassen sich die 6 Schleifen folgendermassen verwenden:

1. Schleife für die Messung der positiven Blitzstromladung in jedem Stoss.
2. Schleife für die Messung des positiven Blitzstromsichelwertes von 2000...100 000 A.
3. Schleife für die Messung des langdauernden Blitzstromschwanzes im Intervall 1...50 A.
4. Schleife für die Messung des langdauernden Blitzstromschwanzes im Intervall 50...2000 A.
5. Schleife für die Messung des negativen Blitzstromsichelwertes von 2000...100 000 A.
6. Schleife für die Messung der negativen Blitzstromladung in jedem Stoss.

Gleichstrom aus einer Batterie nachzufließen, der nach 0,5...1 s durch ein Zeitrelais abgeschaltet wird. So gelingt es, innert der ersten Tausendstel-Sekunde schon sehr kräftiges Bogenlicht zu bekommen und damit auch den ersten, in der Regel wesentlichen Teil der Blitzentladung aufzuzeichnen. Fig. 3 zeigt

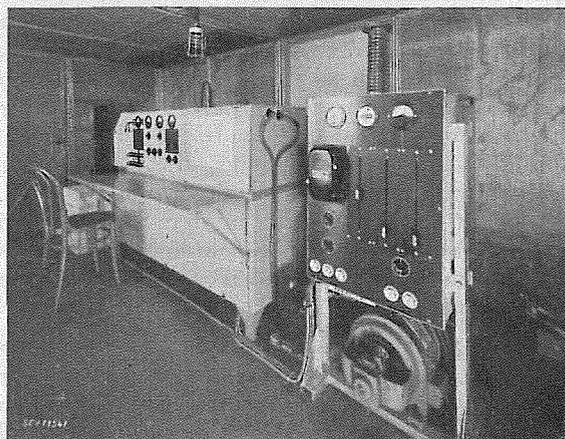


Fig. 3.  
Inneres des Faraday-Messkäfigs  
Batterie im Hintergrund, Umformer mit Regler im Vordergrund, Spezial-Registrieroszillograph in der Mitte (geschlossen, messbereit)

die in einem Faradaykäfig eingebaute Messeinrichtung, bestehend aus Batterie, Umformerguppe, Ladegleichrichter und Oszillograph. Der

Faradaykäfig ist nötig für das gefahrlose Arbeiten des Beobachters. Denn der Käfig selber springt infolge der induktiven Spannungsabfälle des Blitzstromes in der Erdleitung im Augenblick des Einschlages auf einige 100 kV gegen «Erde».

Der *Shunt für die Blitzstrommessung* bietet recht heikle Messprobleme, muss doch mit ausserordentlich raschen Stromänderungen im Blitz von der Grössenordnung einiger 10 000 A/ $\mu$ s gerechnet werden<sup>4</sup>). Im Gegensatz zur Ausführung im Empire State Building wurde ein 3stufiger Shunt aus genauen Metallwiderständen (Konstantan und Cumal) entwickelt. Die Messwiderstände der 3 Stufen betragen 0,02, 0,5, 10 Ohm. Sie sind nach dem Rohrprinzip induktionsarm gebaut, welche Konstruktion wir vor Jahren für ähnliche Zwecke einführt und mit der wir stets gute Erfahrungen machten. Die beiden kleineren Stromstufen müssen dabei gegen Ueberlastung geschützt werden. Dies geschieht mit spannungsabhängigen Widerständen, deren Verwendung vom Ableiterbau her bekannt ist. Leider weisen alle diese keramischen Widerstände bei grossen Stromdichten und langer Stromdauer beträchtliche Hysteresisschleifen auf, so dass sie für direkte Messzwecke von sehr zweifelhaftem Wert sind; auch ihre Anwendung zu Schutzzwecken von konstanten Widerständen hoher Ohmzahl muss mit Vorsicht geschehen.

Die Messeinrichtung wird ergänzt durch Stahlstäbchen zur Messung des Blitzstromscheitelwertes, die seit Jahren an Masten von Hochspannungsleitungen verwendet werden<sup>3</sup>) und durch Induktionsschleifen zur Messung der grössten Blitzstromsteilheit<sup>4</sup>). Zum gleichen Zweck sind übrigens auch 2 sogenannte Klydonographenspitzen direkt über die Registriertrommel mit dem Photopapier gesetzt worden. Diese messen mit verschiedener Empfindlichkeit den Spannungsabfall an einer Luftdrosselspule von ca. 12  $\mu$ H, die vom gesamten Blitzstrom in Serie mit dem Shunt durchflossen wird. Diese

<sup>3</sup>) Grünwald, CIGRE 1937, Nr. 316, und 1936, Nr. 323. — A. Matthias, Elektrizitätswirtschaft 1927 und 1929.

<sup>4</sup>) K. Berger, Bull. SEV 1936, Nr. 6.

letztenannten Einrichtungen sind im Freien an der Mauer des Gebäudes angebracht (Fig. 4).

Die beschriebene Einrichtung wurde im Juni 1943 in Betrieb gesetzt. In diesem Jahr haben sich insgesamt 7 Blitzeinschläge in den Blitzableiter ereignet. 2 Oszillogramme haben bereits gezeigt, dass tatsächlich sehr verschiedene Blitzstromarten existieren. In einem Fall wurde ein Blitz mit 2 Teilschlägen sehr kurzer Dauer aufgezeichnet mit ca. 14 000 A Strommaximum, im andern Fall ein

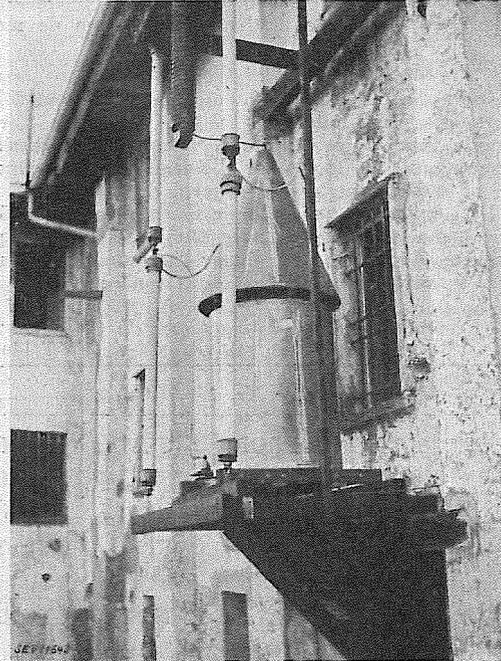


Fig. 4.

**Meßshunt für den Blitzstrom**

Unter den Blechhauben als Regenschirmen befinden sich die Shunte für 3 Strombereiche. Oben Spule zur Messung der Stromsteilheit, mit 4 induktionsfreien Rohrwiderständen für 2 Messbereiche.

einfacher Blitz von ca. 25 000 A Scheitelwert mit einem Stromschwanz von 0,16 s Dauer! Auf Grund der Resultate, über die später berichtet werden soll, ist ein Ausbau der Messeinrichtung mit KO vorgesehen.

## Nachrichten- und Hochfrequenztechnik — Télécommunications et haute fréquence

### Mesure subjective de la qualité des circuits téléphoniques III

[D'après H. Panzerbieter et A. Rechten: Subjektive Bestimmung der Güte von Fernsprechverbindungen. Die Verständlichkeitsmessung. Technische Durchführung. Arch. Techn. Messen V 3719-3 (Dez. 1942)<sup>1</sup>]

621.395.8.0014

La mesure de netteté comme méthode d'appréciation plus ou moins subjective de la qualité d'une liaison téléphonique doit être préparée et effectuée soigneusement afin que les influences individuelles des observateurs ne déforment pas les résultats objectifs des mesures. La technique de la mesure de netteté est décrite plus explicitement en se basant sur les méthodes de mesure appliquées dans divers pays.

<sup>1</sup>) Bull. ASE 1942, No. 22, p. 634, et 1943, No. 1, p. 22.

### Mesure

La troupe de mesure se compose de 5 personnes. Successivement chacune d'elles lit un texte se composant de 50 logatomes alors que les quatre autres notent le texte qu'elles entendent à travers la liaison à mesurer. Le pourcentage des logatomes qui ont été parfaitement compris donne la netteté pour les logatomes; le pourcentage des sons parfaitement compris donne la netteté pour les sons. En Allemagne on indique généralement la netteté pour les logatomes.

### Choix des observateurs

Seules sont aptes à ces mesures les personnes qui au point de vue de la prononciation et de l'ouïe se rapprochent de la moyenne; celle qui ont des défauts de prononciation (dialecte) ou d'ouïe ne conviennent pas. L'ouïe est essayée en déterminant la limite d'audibilité dans la bande de 200 à

3000 Hz. L'observateur doit déterminer s'il entend encore une suite de tons d'intensités très différentes qui lui sont transmis dans un ordre tout à fait quelconque. Les différences d'intensité des tons sont de l'ordre de grandeur de 0,3 Nep. Par cette méthode une influence quelconque des résultats des mesures est exclue. Des observateurs non décidés ne conviennent pas non plus pour des mesures de netteté. Après cette 1<sup>e</sup> sélection, les observateurs, dont le nombre est plus élevé encore que celui qui sera nécessaire en définitive, sont entraînés pendant 8 jours environ par des mesures directes et à travers d'un système sans distorsion. Ces mesures permettent d'éliminer les derniers observateurs inaptes. Des hommes comme des femmes peuvent être utilisés pour les mesures. Pour des mesures sur des systèmes téléphoniques normaux il est préférable d'utiliser une troupe de mesure mixte.

**Logatomes et leur prononciation**

En général on utilise les logatomes du CCIF dont 2 listes sont reproduites dans le tableau I à titre d'exemple. Lorsque par exemple on a affaire à des observateurs non routinés, on peut se servir aussi de logatomes allemands qui se composent des sons se rencontrant le plus souvent dans la langue allemande. Ils contiennent par exemple non seulement les 5 voyales pures, mais aussi les voyales composées qui manquent dans les listes du CCIF. Pour éviter l'accoutumance des observateurs un grand nombre de listes est nécessaire.

*Exemples de listes de logatomes du CCIF*

Tableau I

Liste Nr. 1				
GUV	FRIZ	PROR	SLAD	TOM
ÂSUT	KRENG	NID	SEK	PLEL
GLUP	PIV	DRES	ÂCEST	ÂSLIS
MAG	KLAFT	SEP	STUC	RUST
VOFT	TRARS	HUZ	ÂSTON	ZEG
DONG	GRUS	VAL	NOR	TUM
BEV	VLARS	BIN	BLAT	LIC
BROT	SPIL	LIS	ÂGIB	FLIN
MOS	JOF	RUF	KEB	PSOR
STRAM	ÂSAK	ÂSREC	CAS	FUC

Liste Nr. 2				
ÂGEV	FOS	HER	SEC	KAP
STUST	BEFT	PREM	TRAS	COT
VLEM	MOG	BLAFT	ÂSUF	TEL
STRARS	VAN	REC	GOD	TUN
FLIZ	ÂSUF	ÂSRUV	JUT	MAST
ÂSTONG	DRING	RIR	BRIB	ÂSLEM
PLAV	KLAS	CAT	LEB	VIR
ZAL	LOK	SID	SPUS	NIZ
NUG	PSOC	SLIRS	FRIS	BIP
DUL	GLUN	KROK	GROS	POC

Pour faciliter la composition des nombreuses listes on peut procéder comme suit: Sur les bords de 3 disques de diamètre différent on inscrit les sons de la langue allemande dans l'ordre où ils se rencontrent le plus souvent. Sur le disque le plus petit sont inscrits 50 sons initiaux, sur le disque médian 50 sons vocaux et sur le disque extérieur 50 sons finaux. On peut déplacer les disques les uns par rapport aux autres et une position donne ainsi un texte de 50 logatomes. Au moyen de ces mêmes sons on peut combiner 2500 textes de mesure différents mais équivalents (Fig. 1).

La prononciation des logatomes doit être nette, mais sans accentuation exagérée et toutes les voyales doivent avoir une certaine durée. Le tableau II donne la liste des sons

utilisés par le CCIF avec leur prononciation. Pour ne pas donner trop de temps de réflexion à l'observateur, les logatomes sont lus assez rapidement les uns à la suite des

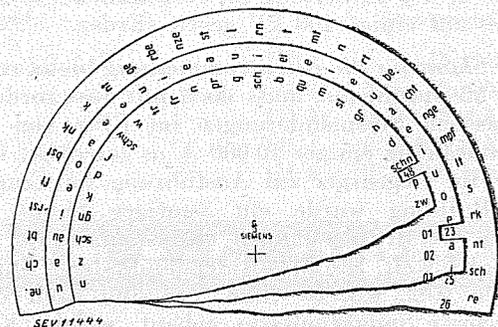


Fig. 1.

Dispositif pour la composition de logatomes allemands

autres, à la vitesse d'un logatome toutes les 2 secondes. Lors de l'entraînement le rythme peut être indiqué par un métronome ou une lampe à effluves.

*Sons initiaux et finaux ainsi que voyales utilisés pour la composition des listes du CCIF. Ecriture et prononciation.*

Tableau II

Son initial	Voyelle	Son final
Prononciation	Prononciation comme dans	Prononciation
B	A...saal	B
BL	E...beere	C...z
BR	L...liebe	ÂC...tsch
C...z	O...sohle	D
ÂC...tsch	U...schule	F
D		FT
DR		G
F		K
FL		L
FR		M
G		N
G...dj		NG
GL		P
GR		R
H		RS
J		S
K		ST
KL		ÂS...sch
KR		T
L		V
M		Z
N		
P		
PL		
PR		
PS		
R		
S...		
SL...	} s dur	
SP...		
ST...		
STR...		
ÂS...sch		
ÂSL...schl		
ÂSR...schr		
ÂST...scht		
T		
TR		
V...w		
VL...wl		
Z...z doux		

L'intensité, avec laquelle les logatomes sont prononcés, correspond à une pression acoustique de 10 à 14  $\mu$ bar (valeur nominale 11,3  $\mu$ bar) à une distance de 4 cm de la bouche; c'est le volume normal fixé par le CCIF. L'intensité vocale qui doit être maintenue constante durant toute la série de mesures est contrôlée par un microphone à condensateur et un indicateur de crête (temps d'intégration 200 ms) ou un indicateur de volume. Comme il n'est pas toujours possible de mesurer l'énergie acoustique de chaque logatome, ce qui risquerait même parfois de donner de faux résultats à cause des différences très grandes qui existent dans l'intensité sonore produite par les diverses voyales, on a trouvé préférable de faire lire plusieurs fois consécutivement, afin de pouvoir régler le niveau avant la mesure, la phrase Berlin, Hamburg, München, Koblenz, Leipzig, Dortmund. Lorsque les mesures se font sous des conditions particulièrement difficiles (bruit de salle assez fort, par exemple) l'intensité de la parole est contrôlée tous les 20 ou 25 logatomes.

**Système de mesure**

Pour l'étalonnage de la troupe de mesure, afin d'éliminer toutes les influences externes, on utilise un système de référence bien déterminé, tel que celui de la fig. 2. Les caractéristiques en sont choisies de manière à ce que le système remplisse les conditions moyennes d'une liaison téléphonique normale.  $T_1$  et  $T_2$  sont des postes téléphoniques normaux, dont la constance est contrôlée régulièrement par des mesures objectives. Chaque poste est alimenté à travers 300 ohms (équivalent à la ligne) par un pont d'alimentation individuel, il est terminé en outre par une ligne artificielle de 1,5 Neper

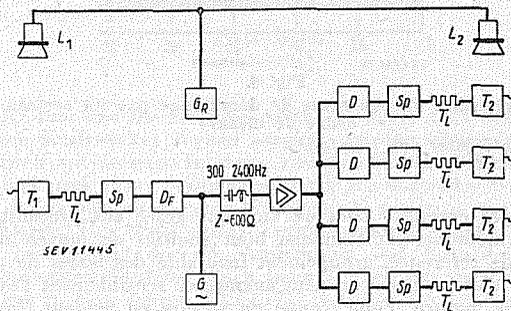


Fig. 2.

Circuit de référence pour la mesure de la netteté

- $T_1, T_2$  Postes téléphoniques W 28
- $T_L$  300 ohms équivalent à une ligne d'abonné
- $S_p$  Pont d'alimentation 60 V,  $2 \times 500$  ohms
- $D_f$  Ligne interurbaine, circuit étalon  $Z = 600$  ohms,  $0^\circ \pm 1$  Nep
- $G$  Générateur de bruit de ligne (redresseur hexaphasé) correspondant à 1 mV aux bornes d'un écouteur de 600 ohms
- $D$  Ligne artificielle  $Z = 600$  ohms,  $0^\circ, 1,5$  Nep
- $G_r$  Générateur de bruit de salle

ayant une impédance de 600 ohms  $0^\circ$  afin qu'il n'influence pas les autres postes et pour garantir une atténuation constante du dispositif anti local. Un amplificateur branché après le filtre passe-bande de 300 à 2400 Hz, compense les pertes et permet de régler l'équivalent de référence de la liaison à 3,5 Neper. A travers une très petite résistance (10 ohms) on peut introduire sur la liaison un bruit de ligne; un redresseur hexaphasé s'est révélé particulièrement favorable comme générateur de bruits. Le bruit est réglé de manière à ce qu'une tension psophométrique de 1 mV serait mesurée aux bornes de l'appareil téléphonique, si sa résistance était de 600 ohms (en Allemagne pour des écouteurs dont l'impédance est de 250 ohms environ cela correspond à une tension aux bornes de  $\sqrt{\frac{250}{600}}$  mV). Des hautparleurs produisent un bruit de salle de 50 phones ( $0 \text{ phone} = 2 \cdot 10^{-4} \mu\text{bar}$  à 1000 Hz) tant dans le local où l'on parle que dans celui où l'on écoute.

**Groupement de textes de mesure et d'étalonnage**

Avant chaque longue série de mesures il est nécessaire d'établir un plan de mesure; il n'est pas indiqué de mesurer

souvent chaque point individuellement et de passer ensuite au point suivant, car même pour une troupe de mesure bien entraînée il y a toujours un temps de démarrage assez long, durant lequel les résultats des mesures se rapprochent tou-

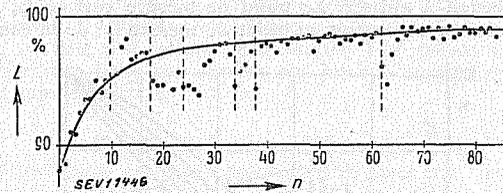


Fig. 3.

Courbe de démarrage d'une troupe de mesure

Pauses de plus de 4 semaines durant une série de mesures.  
 $L$  Netteté pour les logatomes.  
 $n$  rang des mesures.

jours plus d'une valeur finale. Ce temps de démarrage se fait sentir même lors d'interruptions d'une certaine durée (jours fériés ou autres interruptions nécessaires) voir aussi fig. 3. On distribue les points de mesure de manière à ce qu'ils soient mesurés tant au début qu'à la fin d'une série. Entre 2 textes de mesure est intercalé un texte d'étalonnage. Trois textes sont lus par un observateur, puis on change. Le formulaire (Tableau III), où sont inscrits, après détermination du

**Feuille pour les mesures de netteté**

Tableau III

Condition de mesure:	Mesure de netteté			Condit. de mesure I	Condit. de mesure II	Moyenne des valeurs corrig.
	Type de poste	Equiv. de référence	Bruit de ligne			
	$\Sigma_A$	$\Sigma_{oA}$	$\Sigma_B$	$\Sigma_C$	$\Sigma_{oC}$	$\Sigma_D$
Condition I						
Condit. référ.						
Condition II						
Condition I						
Condition II						
Condition I						
Condit. référ.						
Condition II						
$\Sigma_A, \Sigma_B$ Valeurs mesurées par A, B ...				Moyenne Condit. I:		
$\Sigma_{oA}, \Sigma_{oB}$ Valeurs corrigées de $\Sigma_A, \Sigma_B$ ...				Moyenne Condit. II:		

nombre des erreurs d'écoute, les chiffres mesurés pour la netteté pour chaque texte, explique très bien par lui-même l'ordonnance de la mesure.  $L_A, L_B$  sont les pourcentages des nettetés telles qu'elles sont déterminées des résultats des textes des divers observateurs  $A, B \dots L_{oA}, L_{oB} \dots$  sont les valeurs corrigées au moyen de la communication étalon. Les traits en diagonale indiquent les textes lus par les observateurs  $A, B \dots$  c'est-à-dire ceux qui ne sont pas écoutés par eux.

**Correction des valeurs au moyen de la communication de référence**

Le texte d'étalonnage qui est lu entre 2 conditions de mesure différentes sert à déterminer l'état de la troupe de mesure en fonction du temps et permet de comparer les valeurs de netteté mesurées à une valeur de référence. Cette communication de référence, la même pour toute la durée de la mesure, peut être soit un valeur moyenne des conditions à mesurer, soit de préférence un circuit de référence fixe tel qu'il est donné à la fig. 2.

La correction se détermine au moyen des courbes de la fig. 4. Le rapport d'un texte de mesure au texte étalon du même observateur se détermine de la manière suivante.

Soit  $L'$  la netteté mesurée par un observateur sur la communication à examiner,  $L''$  la valeur de la netteté mesurée immédiatement après par le même observateur pour la com-

munication de référence avec la même personne qui parle.  $L_0''$  est la valeur idéale qu'une troupe de mesure bien entraînée peut trouver pour la communication de référence. Le point d'intersection avec  $L'$  comme abscisse et  $L_0''$  comme ordonnée, donne la valeur  $x$ , état de l'observateur, et la courbe de correction à utiliser. Le point de mesure corrigé  $L_0'$  sera l'ordonnée correspondant au point de mesure  $L'$  de la courbe.

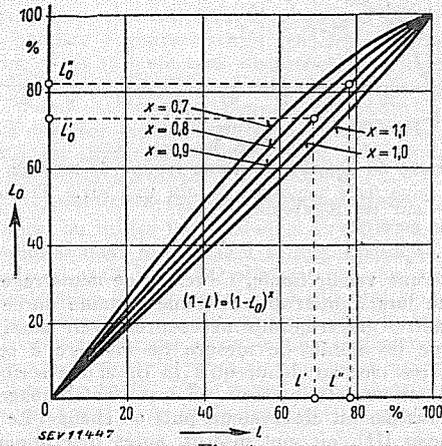
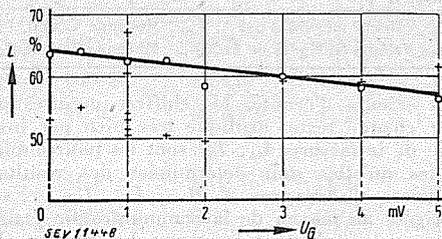


Fig. 4. Courbes d'étalonnage

- $L, L_0$  Netteté pour les logatomes
- $L'$  Netteté pour les logatomes de l'observateur pour le système essayé avec la même personne qui parle au même instant
- $L''$  Netteté pour les logatomes de l'observateur pour le système de référence avec un certain observateur qui parle à un instant donné
- $L_0'$  Valeur cherchée corrigée
- $L_0''$  Valeur idéale du système de référence
- $x$  Valeur pour la personne qui mesure.

Un exemple de cette correction est donné par la fig. 5. Sur le circuit de référence pour la netteté (fig. 2) on a varié le bruit de ligne de 0 à 5 mV, toutes les autres conditions demeurant constantes. Les valeurs non corrigées (indiquées par des croix) montrent que l'influence du bruit de la ligne est tout à fait couvert par les variations des conditions de la troupe de mesure. La diminution de la netteté due à l'augmentation du bruit de ligne n'apparaît clairement qu'après correction au moyen des conditions d'étalonnage des valeurs mesurées.



- Fig. 5. Etalonnage au moyen de la communication de référence
- $L$  Netteté pour les logatomes
  - + Valeurs mesurées
  - o Valeurs après étalonnage au moyen de la communication de référence
  - $U_G$  Tension psophométrique.

Lorsque les variations des conditions de mesure n'ont qu'une faible influence sur la netteté, la troupe de mesure ne doit pas rester trop longtemps sans entraînement, car les conditions de démarrage risquent d'être trop gênantes. La

montée de la courbe de netteté au démarrage n'est pas la même lorsque les circuits que l'on mesure ont des caractéristiques très différentes. Ce n'est qu'après 3 à 4 points de mesure que l'allure de la courbe devient identique, ce qui permet alors sans hésitation d'effectuer la correction au moyen du système de référence.

On peut atténuer également l'influence du démarrage sur les résultats obtenus, en mesurant (lorsqu'il s'agit d'une courte série de mesures) les points dans un certain ordre, puis de refaire les mesures dans l'ordre inverse. Ceci peut se faire à condition que la série ne contienne que quelques points de mesure, afin que ceux-ci se trouvent encore (pour les mesures aller et retour), pendant la période de démarrage dont on peut ainsi éliminer l'influence, sur les résultats obtenus. La fig. 6 en donne un exemple. Les chiffres indiquent l'ordre dans lequel les points ont été mesurés. Les points mesurés au retour se trouvent tous au-dessus de ceux mesurés à l'aller.

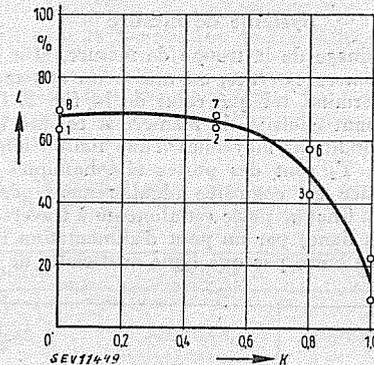


Fig. 6. Elimination du processus de démarrage par un certain ordre de mesure

- $L$  Netteté pour les logatomes
- $K$  Facteur de distorsion.

Par les exemples cités on voit que grâce aux précautions prises (méthodes d'étalonnage bien choisies au moyen d'un circuit de référence, groupement favorable des textes de mesures et d'étalonnage) on peut augmenter sensiblement l'exactitude de mesure d'une troupe de mesure en tendant finalement à diminuer le nombre des textes par point ou jour de mesure quitte à les répéter plus souvent.

Temps employé et exactitude

Comme cela dépend beaucoup de la troupe de mesure et de l'exactitude désirée, il n'est pas possible de donner une indication exacte du temps nécessaire pour des mesures de netteté. Le nombre des logatomes pour chaque point de mesure dépend de la grandeur des différences à déterminer, car il est évident que pour de grandes différences de netteté l'allure de la courbe se déterminera avec un plus petit nombre de mesures que lorsqu'il s'agit de différences très petites dans les conditions de mesure. La netteté ne varia par exemple que de 84 à 81,5 % pour un nouveau poste téléphonique en faisant varier l'équivalent de référence de 1 à 3,5 Nep. Il ne fallut pas moins de 8 séries de mesure par point, afin que l'erreur quadratique moyenne de la netteté reste inférieure à 0,5 %. Chaque série nécessite comme le montre la fig. 5,  $5 \cdot 4 \cdot 50 = 1000$  logatomes reçus. Pour 4 points de mesure d'une série il aurait fallu remplir 15 feuilles de mesure. Une troupe de mesure étant capable sans fatigue de remplir seulement deux feuilles par jour, il a fallu par conséquent 8 jours pour effectuer toute la mesure. Si l'influence des conditions de mesure est plus grande, on s'en tirera en général avec 3000 à 4000 logatomes par point de mesure. H. Jt.

Miscellanea

In memoriam

Fritz Marti †, alt Direktor der Elektrizitätswerke Wynau in Langenthal, wurde am 10. April 1874 im Pfarrhause in

Gurzelen geboren. Anschliessend an den Besuch der Elementarschule erhielt er von seinem Vater einen humanistischen Mittelschulunterricht. Am Technikum in Biel erwarb er sich das Diplom eines Elektrotechnikers.

Nach kurzer praktischer Tätigkeit bei Alioth in Münchenstein und Sécheron in Genf trat Fritz Marti 1899 in die Dienste der Elektrizitätswerke Wynau in Langenthal. Im Jahre 1903 gingen die Elektrizitätswerke Wynau, mit deren Leitung Fritz Marti betraut wurde, in den Besitz der obernordgauischen unteremmentalischen Gemeinden über. Während seiner 40-jährigen Tätigkeit konnte Direktor Marti die schöne Entwicklung der schweizerischen Wasser- und Elektrizitätswirtschaft im allgemeinen und der Elektrizitätswerke Wynau im besonderen in bevorzugter Stellung mitmachen. Es sei daran erinnert, dass sich in dieser Zeit die Energieabgabe der EWW verzehnfachte und die Einnahmen siebenmal grösser wurden.



Fritz Marti  
1874—1943

Der Bau und die Inbetriebnahme im Jahre 1923 des linksufrigen Kraftwerkes Wynau wurden von der schweizerischen Fachwelt mit grossem Interesse verfolgt. Direktor Marti hatte nämlich nach einer Studienreise nach Nordamerika den Einbau der damals noch wenig bekannten Propellerturbinen vorgeschlagen. Der Wahl dieser Turbinenart war ein voller Erfolg beschieden, der die Anwendung der Propeller- und Kaplan turbine förderte. Auch beim Umbau des rechtsufrigen Werkes in den Jahren 1926...1937 wurden die letzten Fortschritte der Technik berücksichtigt.

Für das Wohl der Angestellten und Arbeiter der Elektrizitätswerke Wynau war Direktor Marti gut besorgt; davon zeugen der Beitritt der EWW zur Pensionskasse des VSE und die werkeigenen Fürsorgekasse und Wohlfahrtsstiftung.

Direktor Marti, der dem SEV seit 1907 angehörte, war Mitglied des Vorstandes des VSE von 1912...1916, Präsident der Tarifkommission des VSE 1917/18 und Mitglied weiterer Kommissionen des SEV und VSE. Er war im Kreise des SEV und VSE einer der erfolgreichsten Pioniere der Wärmeanwendungen der Elektrizität im Haushalt und sein besonderes Interesse galt dem Akkumulierkochherd, dem er schon in den zwanziger Jahren eine Studienreise nach Skandinavien widmete. Im Ausschuss des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes war er von 1915...1942 tätig. Der Gemeinde Langen-

thal diente er in verschiedenen Kommissionen und auch als Gemeinderat. Unter seiner Aufsicht wurde das Theater in Langenthal 1914...1916 gebaut. Im bernischen Handelsgericht war er während 20 Jahren Handelsrichter.

Wegen Altersbeschwerden nahm Direktor Marti auf Ende 1942 seinen Rücktritt. Die Leiden der beiden letzten Jahre ertrug er still und gefasst. Ein sanfter Tod erlöste ihn am 11. September 1943 und brachte ein reiches, wohl ausgefülltes Leben zum Abschluss. Bi.

### Persönliches und Firmen

(Mitteilungen aus dem Leserkreis sind stets erwünscht)

**Eidg. Post- und Eisenbahndepartement.** Dr. Hermann Schlatter wurde zum 1. Adjunkten der Abteilung Rechtswesen und Sekretariat des Eidg. Post- und Eisenbahndepartements ernannt.

**Gesellschaft der Ludwig von Rollschen Eisenwerke A.-G., Gerlafingen.** Der Verwaltungsrat ernannte Prof. Dr. Robert Durrer, bisher Professor der Eisenhüttenkunde an der Technischen Hochschule Berlin-Charlottenburg und ab 1. Oktober 1943 Professor für Eisenhüttenkunde an der Eidg. Technischen Hochschule, zum Mitglied der Direktion des Hauptsitzes der L. von Rollschen Eisenwerke A.-G. Dr. Durrer ist insbesondere mit der technischen Leitung des Werkes Gerlafingen beauftragt und wird sich ausserdem mit allen metallurgischen Fragen befassen, die sich in den andern Werken stellen. Dr. E. Dübi behält als Präsident des Verwaltungsrates und Generaldirektor die oberste Leitung der Gesellschaft bei.

**Elektra Birseck, Münchenstein.** Wir haben schon mitgeteilt, dass *F. Eckinger*, Ehrenmitglied des SEV, nach 45-jähriger Tätigkeit als Direktor der Genossenschaft Elektra Birseck zurückgetreten ist und dass zu seinem Nachfolger *F. Eckinger jun.*, Mitglied des SEV seit 1929, gewählt wurde. Wir erfahren noch, dass die langjährigen Mitarbeiter *A. Wenger*, Mitglied des SEV seit 1913, und *A. Renz* zu Vizedirektoren und *B. Rey* zum Direktionsadjunkt ernannt wurden.

### Kleine Mitteilungen

621.331: 625.1(494)

**Elektrischer Betrieb Wil-Wattwil.** Am 11. Dezember 1943 wurde im Toggenburg die Eröffnung des elektrischen Betriebes auf der SBB-Linie Wil-Wattwil gefeiert, und am 12. Dezember wurde der fahrplanmässige Betrieb mit elektrischer Traktion aufgenommen.

### Der Bau des Kraftwerkes Rossens beschlossen

Der Grosse Rat des Kantons Freiburg hat am 24. Dezember 1943 mit 91 gegen 7 Stimmen die Entreprises Electriques Fribourgeoises Fribourg ermächtigt, das Akkumulierkraftwerk Rossens-Hauterive zu bauen; siehe Bulletin SEV 1943, Nr. 6, S. 148.

## Literatur — Bibliographie

53.08

Nr. 2273 I/III

**Praktische Physik.** Von *F. Kohlrusch*. 18. \*A. Bd. I: 535 S., 17 × 24 cm, 298 Fig., Bd. II: 576 S., 17 × 24 cm, 328 Fig. B. G. Teubner, Leipzig und Berlin, 1943. Preis für beide Bände: RM. 35.—

Soeben ist das weit verbreitete Standard-Handbuch «Praktische Physik» von *F. Kohlrusch* in seiner 18., völlig neu bearbeiteten Auflage erschienen. Es ist das Hand- und Lehrbuch, das jedem Physiker, Dozenten und Studierenden, der Industrie, dem Messtechniker und Ingenieur grosse Dienste leisten wird. In der Neubearbeitung wurde sowohl dem Fortschritt der Wissenschaft, als auch Wünschen und Vorschlägen von Fachmännern aus der Industrie Rechnung getragen.

Die Abschnitte über Akustik, Röntgenstrahlen und Radioaktivität sind wesentlich erweitert worden, ferner die Abschnitte über Druckmessung, Spektroskopie, Wechselstrommessung nebst Elektronenröhren und der Abschnitt über den lichtelektrischen Effekt. Neu aufgenommen sind die Abschnitte über tiefe Temperaturen und über Höhenstrahlung.

Hierdurch wurde trotz mancher Einsparungen und Kürzungen auf dem Gebiete der klassischen Experimentalphysik und des Physikunterrichts für Anfänger der Buchumfang vergrössert, so dass der Stoff aus äusseren Gründen auf zwei Bände verteilt werden musste, die inhaltlich ein einheitliches Ganzes bilden.

## Prüfzeichen und Prüfberichte des SEV

### I. Qualitätszeichen für Installationsmaterial



für Schalter, Steckkontakte, Schmelzsicherungen, Verbindungsdosen, Kleintransformatoren.

----- für isolierte Leiter.

Mit Ausnahme der isolierten Leiter tragen diese Objekte ausser dem Qualitätszeichen eine SEV-Kontrollmarke, die auf der Verpackung oder am Objekt selbst angebracht ist (siehe Bull. SEV 1930, Nr. 1, S. 31).

Auf Grund der bestandenen Annahmeprüfung wurde das Recht zur Führung des Qualitätszeichens des SEV erteilt für:

#### Schalter

Ab 15. November 1943

Spälti Söhne & Co., Fabrik elektrischer Maschinen und Apparate, Zürich.

Fabrikmarke:



Firmenschild.

Einbauschalter für 500 V 10 A ~.

Verwendung: hauptsächlich zum Einbau in Maschinen. Trockenausführung.

Typ Ei 501...519	: 1...19polige Ein-Ausschalter
Typ Ei 601 & 801	: 3polige Ein-Ausschalter
Typ Ei 602	: dito, für im Anlauf überbrückte Sicherungen
Typ Ei 603	: Stern-Dreieckumschalter
Typ Ei 604 & 702	: Stern-Dreieck-Drehrichtungs-umschalter
Typ Ei 605	: Stern-Dreieckumschalter mit Bremsstellung
Typ Ei 606	: Stern-Dreieckumschalter für im Anlauf überbrückte Sicherungen
Typ Ei 607	: Stern-Dreieck-Drehrichtungs-umschalter für im Anlauf überbrückte Sicherungen
Typ Ei 608	: Stern-Dreieckumschalter mit Bremsstellung, für im Anlauf überbrückte Sicherungen
Typ Ei 609	: 3polige Drehrichtungsumschalter
Typ Ei 610	: dito, für im Anlauf überbrückte Sicherungen
Typ Ei 611 & 803	: 3polige Umschalter für 2 Netze und 1 Verbraucher
Typ Ei 612	: dito, für im Anlauf überbrückte Sicherungen
Typ Ei 613, 703 & 804	: 3polige Umschalter für 1 Netz und 2 Verbraucher
Typ Ei 701 & 802	: Stern-Dreieckumschalter mit Raststellung auf 0, $\wedge$ und $\Delta$
Typ Ei 705	: 3polige Umschalter für Motoren mit 2 getrennten Wicklungen
Typ Ei 706	: 3polige Drehrichtungsumschalter für Motoren mit 2 getrennten Wicklungen
Typ Ei 708 & 805	: 3polige Umschalter für Motoren mit 3 getrennten Wicklungen bzw. 1 Netz und 3 Verbraucher
Typ Ei 709	: 3polige Drehrichtungsumschalter für Motoren mit 3 getrennten Wicklungen
Typ Ei 711 & 713	: 3polige Polumschalter für 2 Tourenzahlen
Typ Ei 714	: 3polige Drehrichtungs- und Polumschalter für 2 Tourenzahlen
Typ Ei 716, 719, 722, 725, 728, 731	: 3polige Polumschalter für 3 Tourenzahlen
Typ Ei 717, 720, 723, 726, 729, 732	: 3polige Drehrichtungs- und Polumschalter für 3 Tourenzahlen
Typ Ei 734 & 736	: 3polige Polumschalter für 4 Tourenzahlen

Typ Ei 806	: 3polige Stufenschalter I, 0, I + II
Typ Ei 807	: 3polige Stufenschalter 0, I, I + II, I + II + III

#### Isolierte Leiter

Ab 1. November 1943

Schweizerische Draht- und Gummiwerke, Atdorf.

Firmenkennfarben: gelb, grün, schwarz, bedruckt

Bleikabel, Cu und Al-TKn, TK, TKi und TKc, Ein- und Mehrleiter, Draht und Seil steif, 1...16 mm<sup>2</sup>.

Sonderausführung mit Aderisolation aus thermoplastischem Kunststoff «Plastosyn».

Verwendung: An Stelle von normalisierten Gummibleitkabeln in Anlagen mit Betriebsspannungen bis zu 500 V.

### III. Radioschutzzeichen des SEV



Auf Grund der bestandenen Annahmeprüfung gemäss § 5 des «Reglements zur Erteilung des Rechts zur Führung des Radioschutzzeichens des SEV» (siehe Veröffentlichung im Bulletin SEV 1934, Nr. 23 und 26) wurde das Recht zur Führung des SEV-Radioschutzzeichens erteilt:

Ab 1. November 1943

G. Naef, Fabrikation elektrothermischer Apparate, Basel.

Fabrikmarke: M O N A

Heizkissen MONA.

Best.-Nr.	Grösse	Leistung	Feuchtschutz
511	30 × 40 cm	60 W	innen
513	30 × 40 cm	60 W	ausser
521	25 × 35 cm	50 W	innen
523	25 × 35 cm	50 W	ausser

Spannung 110, 125, 145, 220 und 250 V.

Electrolux A.-G., Zürich (Vertretung der Aktiebolaget Lux, Stockholm).

Fabrikmarke:



Staubsauger «Electrolux» Z 33, 500 W, für 220 V.

### IV. Prüfberichte

(Siehe Bull. SEV 1938, Nr. 16, S. 449.)

P. Nr. 309.

Gegenstand:

Zwei Heizkissen

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 18072 vom 25. Oktober 1943.

Auftraggeber: G. Naef, Basel.

Aufschriften:

M O N A  
Qualitäts-Marke  
Radiostörfrei



Prüf-Nr. 1	Prüf-Nr. 2
Volt: 220	Volt: 220
Watt: 60	Watt: 60
Best. No. 513	Best. No. 511
Fab. No. 22974	Fab. No. 23026

**Beschreibung:** Heizkissengrösse ca. 30 × 40 cm. Heizschrur, bestehend aus Widerstandsdrat, der auf Asbestschrur gewickelt und mit Asbest umspinnen ist, zwischen zwei

Tücher eingenäht. Bei Prüf-Nr. 1 liegen darüber je eine Hülle aus flanelartigem Stoff und mit blaugrauer Masse imprägniertem Stoff. Bei Prüf-Nr. 2 befindet sich die Flanelhülle über derjenigen aus imprägniertem Stoff. Beide Kissen auf allen Stufen durch zwei Temperaturregler gegen Ueber-

hitzung geschützt. Zuleitung Rundschnur mit Stecker und Schnurschalter.

Die Heizkissen entsprechen den «Anforderungen an elektrische Heizkissen» (Publ. Nr. 127) und dem «Radioschutzzeichen-Reglement» (Publ. Nr. 117).

## Vereinsnachrichten

Die an dieser Stelle erscheinenden Artikel sind, soweit sie nicht anderweitig gezeichnet sind, offizielle Mitteilungen der Organe des SEV und VSE

### Totenliste

Am 17. Dezember 1943 starb in Clarens, im Alter von 75 Jahren, Herr *Henri Payot*, Ingenieur, Delegierter des Verwaltungsrates der Société Romande d'Electricité, Clarens, Mitglied des SEV seit 1900 (Freimitglied). Wir sprechen der Trauerfamilie und der Société Romande d'Electricité unser herzlichstes Beileid aus.

### Vorstand SEV

Der Vorstand des SEV hielt am 16. Dezember 1943 unter dem Vorsitz seines Präsidenten, Prof. Dr. P. Joye, in Zürich die 91. Sitzung ab.

Er besprach das vorgesehene Obligatorium eines Praktikantenjahres der Studierenden der Abteilung für Maschineningenieurwesen und derjenigen für Elektrotechnik an der ETH. Sobald sich die Frage weiter entwickelt hat, wird der Vorstand erneut Stellung nehmen.

Die Schweizer Mustermesse Basel 1944 wird im Zeichen der Arbeitsbeschaffung stehen. SEV und VSE übernehmen die Durchführung der Aktion in der Abteilung Elektrizität. Der Vorstand setzte, in Übereinstimmung mit dem Vorstand des VSE, den Höchstbetrag der Kosten fest; daran beteiligt sich der SEV bis zu einem bestimmten Teilbetrag.

§ 302 der Hausinstallationsvorschriften (Elektroschallanlagen im Anschluss an Hausinstallationen) ist im Hinblick auf die in Kraft getretenen Vorschriften über die Sicherheit von Apparaten für Elektroschall, Elektrobild, Nachrichten- und Fernmeldetechnik zu ändern. Das Geschäft geht an den Verwaltungsausschuss zuhanden der Hausinstallationskommission.

Die Organisation der Schweizerischen Normenvereinigung, an der der SEV beteiligt ist, wurde besprochen; der Vorstand ist der Meinung, dass eine Aenderung zurzeit nicht nötig ist.

16 Einzel-, 3 Jung- und 2 Kollektivmitglieder wurden aufgenommen. 10 Einzelmitglieder, die während 35 Jahren dem SEV angehören, wurden statutengemäss ab 1. Januar 1944 zu Freimitgliedern ernannt.

Schliesslich nahm der Vorstand Kenntnis vom Stand der Arbeiten der Kommissionen des SEV.

Am Abend nahm der Vorstand von den ausscheidenden Mitgliedern

Prof. E. Dünner und  
Direktor A. Engler

Abschied. Herr Prof. Dünner war Mitglied des Vorstandes seit 1935 und Vizepräsident seit 1942. Herr Direktor Engler gehörte dem Vorstand seit 1933 an; er war bis 1941 Mitglied des Verwaltungsausschusses der Verwaltungskommission. Die beiden Herren wurden in Würdigung ihrer langjährigen grossen Verdienste zu Freimitgliedern ernannt und es wurde ihnen die Wappenscheibe des SEV überreicht.

### Neue Freimitglieder

Auf Grund des Generalversammlungsbeschlusses vom 10. Juli 1938 (Fryburg), s. Statuten des SEV, Art. 4, Abs. 5, vom 25. 10. 1941, wurden folgende Herren, die dem Verein während 35 Jahren ununterbrochen angehört haben, auf 1. Januar 1944 zu Freimitgliedern ernannt:

*Abrezol V.*, directeur de la Cie Vaud. des Forces motrices des lacs de Joux et de l'Orbe, 1, chemin de Mornex, *Lausanne*.

*Bitterli-Treyer S.*, Ingenieur, *Rheinfelden*.

*Dufour P.*, ingénieur, Charmettes C., *Lausanne*.

*Isler R.*, Ingenieur, Benkenstr. 67, *Basel*.

*Kummer W.*, Dr. a. Prof., Samariterstr. 12, *Zürich 7*.

*Neeser R.*, Prof., Dr. h. c., administrateur-délégué des Ateliers des Charmilles S. A., 109, rue de Lyon, *Genève*.

*Payot E.*, Ing., Direktor der Schweiz. Gesellschaft für elektr. Industrie, *Basel*.

*Perrochet P.*, Ingenieur, Vizepräsident des Verwaltungsrates der Schweiz. Elektrizitäts- und Verkehrsgesellschaft, Rüttmeyerstr. 40, *Basel*.

*Regard F.*, Ingenieur, Höhest. 47, *Zollikon*.

*Streiff Sam.*, Ing., Betriebsleiter der Kraftübertragungswerke Rheinfelden, Adelbergweg 6, *Rheinfelden/Baden*.

### Fachkollegium 2/14 des CES

#### Elektrische Maschinen und Transformatoren

Das FK 2/14 hielt am 13. Dezember 1943 in Zürich unter dem Vorsitz von Prof. E. Dünner seine 14. Sitzung ab. Die vom CES zurückgewiesenen Vorschläge betreffend den Geltungsbereich der Schweizerischen Regeln für elektrische Maschinen (SREM) und der Klassifizierung der Isolationen kamen zur Sprache. Es ist nun in Aussicht genommen, die Bedingungen festzulegen, denen die Kleinmaschinen zu genügen haben; es wird hierauf möglich sein, eine Leistungsgrenze zu begründen, bis zu der die besondern Regeln gelten. Für die Behandlung der Maschinen und Transformatoren mit Isolationen aus Zellwolle oder Viskose-Kunstseide auf dem Versuchstand soll dem CES eine provisorische Regelung vorgeschlagen werden. Eingehend diskutiert wurden Erfahrungen, aus denen hervorzugehen scheint, dass die Frage der Prüfspannung von Transformatoren von neuem überprüft werden muss.

### Fachkollegien 24 und 25 des CES

**FK 24:** Elektr. und magnetische Grössen und Einheiten  
**FK 25:** Buchstabensymbole

Diese beiden Fachkollegien hielten am 10. Dezember 1943 in Zürich unter dem Vorsitz von Prof. M. Landolt, Winterthur, Sitzungen ab. Das FK 24 beschloss, geeignete Massnahmen zu treffen, um die Einführung des Giorgi-Systems in der Schweiz und die Rationalisierung der Gesetze des elektromagnetischen Feldes zu fördern. Im FK 25 wurden die Beratungen über Buchstabensymbole fortgesetzt.

### Kleinspannungslampen für Beleuchtungszwecke

Wir haben im Bulletin SEV 1943, Nr. 25, S. 782, über die letzte Sitzung des Schweizerischen Beleuchtungs-Komitees berichtet, an der in Anwesenheit von Gästen über die Kleinspannungslampen für Beleuchtungszwecke diskutiert und festgestellt wurde, dass, als Ganzes genommen und vom allgemeinen beleuchtungstechnischen Standpunkt aus betrachtet, die Kleinspannungsbeleuchtung im Vergleich zu Beleuchtungsanlagen von Normalspannung (220 V) keine *wirtschaftlichen* Vorteile gebe. Diese Bemerkung bezieht sich insbesondere auf Systeme mit Transformatoren, viel weniger aber auf Systeme, bei denen die Kleinspannungslampen in Serie liegen und direkt an die Normalspannung (220 V) angeschlossen werden; denn dort kommt die höhere Lichtausbeute der Kleinspannungslampe fast voll zur Geltung, und die den dauernden Betrieb sichernden Einrichtungen, z. B. Nebenschlusslampen, Ersatzwiderstände und Relais, sind wesentlich billiger als die Transformatoren. Wir werden später im Bulletin über ein solches Seriesystem berichten. Die Bemerkung über das weissere Licht der Kleinspannungslampe gilt jedoch auch für die Seriesysteme.

**Elektrizität, technisches Zeitbild aus der LA 1939**

220 Seiten, 354 z. T. ganzseitige Abbildungen in Tiefdruck, Text in Buchdruck, 127 Beiträge

Dieses Werk gibt einen Querschnitt durch den gegenwärtigen Stand der schweizerischen Wissenschaft und Technik auf dem gesamten Gebiete der Elektrizität. Namhafte Fachleute aus der Elektrotechnik und der Elektrizitätswirtschaft der Schweiz haben durch kurze Aufsätze über ihr Spezialgebiet dazu beigetragen, es zu einem bedeutenden und auf diesem Gebiete einzigartigen Zeitbild zu machen.

Diese Buchausgabe ist ebenfalls in überzeugender Weise graphisch gestaltet worden und stellt daher auch eine vorzügliche buchkünstlerische Leistung dar.

Zahlreiche Mitglieder des SEV haben dieses Buch schon in den letzten zwei Jahren zum Vorzugspreis von Fr. 21.— bezogen, statt der Fr. 28.—, wie es auch heute noch im Buchhandel erhältlich ist.

Wir haben noch eine beschränkte Anzahl Exemplare in deutscher und französischer Sprache am Lager und möchten

unser Spezialangebot für die Mitglieder des SEV auch weiterhin aufrecht erhalten und ihnen *bei Bestellung durch die Gemeinsame Geschäftsstelle des SEV und VSE, Seefeldstr. 301, Zürich 8*, das Buch offerieren zu

Fr. 21.— *einschliesslich Porto, Verpackung und WUST.*

*Elektrowirtschaft.*

**Meisterprüfungen VSEI/VSE**

Im Laufe dieses Frühjahrs ist die Durchführung einer Meisterprüfung vorgesehen. Ort und Zeit der Prüfung sind noch nicht festgelegt.

Anmeldeformulare sind beim Sekretariat des VSEI, Bahnhofstrasse 37, Zürich, zu beziehen und unter Beilage von Originalzeugnissen, handgeschriebenem Lebenslauf und einem Leumundszeugnis neuesten Datums bis spätestens am *12. Februar 1944* an obige Adresse einzusenden. Verspätete Anmeldungen werden nicht berücksichtigt.

*Meisterprüfungskommission  
VSEI und VSE*

**Jahresversammlungen des SEV und VSE in Montreux**

am 28., 29. und 30. August 1943

Montreux übte auf die Mitglieder unserer Verbände eine gewaltige Anziehungskraft aus: 765 Personen, worunter fast 200 Damen, hatten sich zur Teilnahme angemeldet, eine Zahl, die bisher nie erreicht wurde. Die Versammlungen gestalteten sich deshalb zu einer umfassenden Manifestation der Bestrebungen des SEV und des VSE, und sie wickelten sich in einer festlichen Atmosphäre ab, wozu die Gastfreundschaft und der Charme unserer Kollegen und Freunde von Montreux, besonders unseres verehrten Papa Dubochet und seines Stabes von der Société Romande d'Electricité, aber auch der blaue Himmel und die weltberühmten Gestade des Léman viel beitrugen.

Bemerkenswert gut klappte die Organisation, die angesichts der überaus grossen Teilnehmerschaft umfangreich und vielseitig geworden war. Montreux konnte allen Ansprüchen genügen; seine grossen, traditionsreichen Hotels verschluckten die vielen Gäste ohne irgendwelche Mühe und die zahlreichen Parks, Spazierwege und Ausflugsmöglichkeiten vermochten alle Wünsche zu befriedigen.

Die Mitglieder des VSE traten am Samstag, den 28. August, mittags, zur

**51. Generalversammlung des VSE**

im Kursaal zusammen. Präsident *R. A. Schmidt* begrüsst die grosse Gästeschar, dankte den Organisatoren und Gastgebern und liquidierte mit gewohnter Eleganz die Traktanden. Er benutzte die Gelegenheit, um auf den Ernst unserer Rohstoffversorgung hinzuweisen und den Elektrizitätswerken nahezu legen, ihre Beiträge an Kupfer und Schrott der allgemeinen Wirtschaft zur Verfügung zu stellen. Zwei sehr verdiente Vorstandsmitglieder, die Herren Frymann, Luzern, und Sameli, Thun, nahmen nach neunjähriger Tätigkeit vom Vorstand Abschied. Herr Frymann wurde wieder durch den Direktor eines mittleren städtischen Werkes ersetzt, Herrn H. Leuch, St. Gallen; Herr Sameli fand seinen Nachfolger in Herrn Hugentobler, Fraubrunnen, der also, wie seinerzeit Herr Sameli, die kleinen Werke repräsentiert.

Zwei mit grosser Spannung erwartete

**Vorträge**

behandelten eine der brennendsten Fragen der Elektrizitäts- und damit der Energieversorgung überhaupt, nämlich die Erstellung der beiden günstigsten Akkumulierbecken unserer Alpen, des Rheinwald- und des Urseren-Sees. Zu diesen Vorträgen waren auch die übrigen Mitglieder des SEV eingeladen.

Zunächst gab Direktor *G. Lorenz*, Thusis, der unermüdlige Kämpfer für den Ausbau des Hinterrheins, in grossen Zügen einen inhaltsreichen Ueberblick über die Energiebedürfnisse unseres Landes und leitete daraus die Notwendig-

keit der sofortigen Inangriffnahme des Stausees im Rheinwald ab. Dann orientierte er kurz über das baureife Projekt für die

**Kraftwerke am Hinterrhein,**

die zunächst etwas über eine Milliarde kWh, wovon  $\frac{2}{3}$  im Winter, liefern werden. Besonders eingehend behandelte er die Vorbereitungen der Umsiedelung der im Staugebiet lebenden Bevölkerung und zeigte überzeugend, wie weitgehend für das Wohl der betroffenen Familien gesorgt werden kann und gesorgt werden wird. Die Konzessionserteilung seitens der zuständigen Behörden ist angesichts unserer wirtschaftlichen Lage unausweichlich. Es wird denn auch ein rascher Beschluss erwartet, worauf der Bau sofort beginnen soll. Der Vortrag wurde bereits im Bulletin SEV 1943, Nr. 23, S. 695, veröffentlicht.

Hierauf sprach Herr Ingenieur *F. Ringwald*, Delegierter des Verwaltungsrates der Centralschweizerischen Kraftwerke, Luzern, mit junggebliebener Begeisterung über seine grossartigen, seit 30 Jahren entwickelten Pläne für die Erstellung des

**Grossakkumulierwerks Andermatt,**

in dessen Staubecken im Urserental 3 Milliarden kWh reine Winterenergie gespeichert werden können. Diesem, im Massstab bestehender Speicherbecken gemessen, gigantischen Werk liegen folgende energiewirtschaftlichen Ueberlegungen zugrunde: Unser Land litt bisher unter chronischem Mangel an Winterenergie, bedingt durch die naturgegebene Charakteristik der Wasserführung unserer Flüsse. Durch besondere Massnahmen, u. a. in der Tarifbildung oder durch Lieferungseinschränkungen, musste der Verbrauch im Winter künstlich niedrig gehalten werden. Die Elektrizitätswirtschaft wird sich in unserem Lande erst dann voll entfalten können, wenn einmal billige Winterenergie in praktisch beliebigen Mengen zur Verfügung steht. Das wird der Fall sein, wenn im Herzen der Schweiz das Urserenbecken gebaut sein wird. Im Sommer wird das Becken mit von vielen Seiten hergeleitetem Wasser gefüllt — die natürlichen Zuflüsse würden bei weitem nicht genügen — und im Winter speist es auf dem Gefälle bis hinunter zum Vierwaldstättersee eine Serie von Kraftwerken, die ihre Produktion dem ganzen Land zur Verfügung stellen. Diese gewaltige Disponibilität an Winterenergie wird auch gestatten, in den Alpen eine Reihe von Laufkraftwerken zu bauen, die heute wegen ihrer auf den Sommer konzentrierten, kurzdauernden und unkonstanten Produktionsmöglichkeit nicht erstellt werden können. Die Projektierungsarbeiten für das Kraftwerk Andermatt gehen ihrer Vollendung entgegen; wir hoffen, im Bulletin bald darüber berichten zu können.

Während der Generalversammlung des VSE machten die Damen, eingeladen von der Société Romande d'Electricité, eine Fahrt auf den imposanten Gipfel der

*Rochers de Naye.*

Im Hotel Caux-Palace wurde ihnen ein Thé complet offeriert. Die berühmte Aussicht war leider durch Nebelbildung etwas beeinträchtigt, doch dafür hafteten unsere Gastgeber nicht. Der Nachrichtendienst meldete ins Hauptquartier auch eine schöne Anzahl illegaler Teilnehmer: Herren der Schöpfung, die man nach Programm nicht auf den Rochers de Naye, sondern im Versammlungslokal gesucht hätte.

Am Abend versammelte man sich zum

**offiziellen Bankett des VSE**

im Festsaal des Hotels Montreux-Palace, der in seinen Glanzzeiten die gekrönten Häupter aus aller Welt und Amerikas Multimillionäre beherbergt hatte.

*Präsident Schmidt*

begrüsste nochmals die Teilnehmer, besonders die Damen, für die er folgende wohlgewählte Worte fand:

«... Vous ne m'en voudrez point de ne pas citer nommément tous les invités. Je l'ai fait cet après-midi pour nombre d'entre eux, mais il est certaines autorités que je n'ai pas pu saluer à cette occasion parce qu'elles n'assistaient pas à notre assemblée. Bien que ne faisant pas partie des autorités constituées, ce n'en sont pas moins des autorités et fort agissantes, si ce ne sont pas des «éminences grises» car elles ne font pas de politique — ou du moins fort peu; le code, d'ailleurs, ne leur confère pas des pouvoirs très étendus et pourtant, dans leur secteur, elles règnent avec des pleins pouvoirs auxquels nos magistrats tout-puissants eux-mêmes sont obligés de se soumettre. Aujourd'hui encore, nous avons pu voir leur supériorité: elles ont siégé, avec M. Dubochet, très haut dans la montagne alors que nous délibérions sur les rives du lac. A ces autorités, à vous, Mesdames — car c'est de vous qu'il s'agit — (Rires, bravos) l'UCS adresse ses plus respectueux hommages et l'expression de sa sincère gratitude pour le grand plaisir que vous voulez bien lui faire par votre présence ici. C'est à votre présence, en effet, que nous devons le plus grand charme de notre assemblée, votre sourire et votre grâce y font régner une heureuse atmosphère de joie et de gaieté. Sans vous, notre réunion eût été morne comme une journée sans soleil ou une nuit sans étoiles. Mais... je crains de blesser votre modestie, il me semble voir déjà le rouge de vos lèvres monter à votre front... (Rires). Je termine donc en vous présentant les meilleurs vœux de l'UCS et vous tous, Messieurs, je vous invite à lever vos verres à la santé des dames qui embellissent cette réunion de leur gracieuse présence.»

Nachdem der Beifall verbracht war, übernahm unser verehrter

*Herr Dubochet,*

Präsident des VSE von 1911 bis 1919, also gerade an der letzten Generalversammlung von Montreux (1919), Ehrenmitglied des SEV, das Mikrophon und hielt folgende Ansprache

«Monsieur le président de l'UCS,  
Mesdames et Messieurs les invités,  
Messieurs les syndics Alblas et Jaquet,  
Messieurs les membres de l'UCS,  
Chers collègues et amis,

Après les excellentes paroles que vient de prononcer notre distingué et cher président, permettez-moi, tant au nom de la Société romande d'électricité qu'en celui de tous les Mon-

treusiennes et Montreusiens réunis ici, et enfin surtout comme très ancien président de l'UCS, de vous souhaiter à tous une très cordiale bienvenue.

Je ne surprendrai personne en vous disant que ce fut pour moi une grande joie lorsque j'appris que l'Association Suisse des Electriciens et l'Union des Centrales Suisses d'électricité avaient l'intention de tenir leurs assemblées générales de cette année à Montreux et, au nom de nos trois communes et de toute notre contrée, je tiens à vous remercier, Messieurs les membres des comités de ces deux associations, d'avoir eu cette bonne pensée.

Il y a vingt-quatre ans que vous avez tenu vos assises à Montreux et je puis vous assurer que, pour beaucoup de

Montreusiens, cela a laissé dans leur cœur un magnifique souvenir; j'espère qu'il en fut de même pour les participants d'alors dont malheureusement plusieurs ne sont plus parmi nous, mais auxquels tous ceux qui ont eu le privilège de les connaître gardent un excellent souvenir.

Au nom de Montreux, laissez-moi vous dire que nous vous souhaitons agréables ces deux journées que vous passerez dans notre contrée qui, malgré les difficultés économiques qu'une station touristique comme elle traverse, a tenu à vous recevoir en toute simplicité, mais permettez-moi d'ajouter ceci, avec enthousiasme.

Nous sommes heureux que le temps soit aussi favorable qu'il l'est aujourd'hui. Cela vous permettra d'admirer, Mesdames et Messieurs, notre belle contrée et je fais des vœux pour que les quelques heures — j'aimerais dire quelques jours — que vous passerez au bord de notre bleu Léman

Ô, bleu Léman!  
Toujours le même,  
Bleu miroir du bleu firmament,  
Plus on te voit et plus on t'aime,  
Ô, bleu Léman!

vous laissent un excellent souvenir. Restez-y, Mesdames et Messieurs, le plus longtemps possible et surtout revenez-y souvent!

Au nom de la Société romande d'électricité, représentée ici par son conseil d'administration presque au complet, ses directeurs et ses fondés de pouvoirs, je vous dis aussi une joyeuse bienvenue. Je regrette de n'avoir pas à mes côtés mon ami et collègue M. Henri Payot, ingénieur et administrateur-délégué de la Romande. Il est hélas retenu chez lui; nous pensons à lui comme il pense de nous et il m'a chargé de vous transmettre à tous ses meilleures salutations, plus spécialement ses amitiés aux plus anciens de nos associations qui sont nos collègues depuis près de cinquante ans.

Et maintenant, laissez-moi vous dire pourquoi je suis particulièrement heureux de pouvoir vous adresser personnellement quelques paroles. Il y a exactement 32 ans que l'Union des Centrales Suisses d'électricité me fit le grand honneur de me désigner comme président de son comité; on disait alors que la Société romande d'électricité était «Vorort». Pendant 8 ans, soit de 1911 à 1919, j'eus le privilège de remplir cette haute fonction et, durant ces années — qui ne furent pas toutes très faciles, puisque ce fut pendant la première guerre mondiale de 1914 à 1918 — j'ai eu le bonheur de contracter avec tous mes collègues des centrales d'électricité de toute la Suisse, comme aussi avec les conseils et membres de l'Association Suisse des Electriciens de si bonnes



Schloss Chillon mit Dents du Midi

Nr. 940 BRB 3.10.1939.

relations et fidèles amitiés; je tiens à vous remercier encore de tout ce que ces deux associations ont été pour moi. Depuis 24 ans, j'ai pu continuer à développer ces relations et fortifier notre amitié, chers collègues. Je pense ici aussi bien aux anciens, qui ne sont malheureusement plus des nôtres, qu'à ceux qui les ont remplacés. A vous tous, chers amis de l'UCS et de l'ASE, je vous dis un chaleureux et grand merci!

Je tiens à dire que, dans toute la Suisse, que ce soit en Suisse allemande, en Suisse italienne et aussi en Suisse romande, j'ai trouvé toujours le même accueil, profondément cordial, amical et surtout parfaitement franc. Aussi, permettez-moi, en terminant, de lever mon verre à la santé de nos deux associations, UCS et ASE, de leurs présidents et de leurs comités, auxquels je tiens à associer les représentants et le personnel de leurs divers bureaux, secrétariats, stations d'essais et institutions diverses. Je vous souhaite pour ce soir une joyeuse soirée et pour demain une très belle journée.

A Mesdames et Messieurs les invités, aux Autorités ici représentées et à vous tous, chers amis de l'ASE et de l'UCS, bonne santé et plaisir pendant les quelques jours que vous passerez à Montreux!»

Nach dieser Ansprache, die so recht der Pflege der Freundschaft und der Verbundenheit gewidmet war, begann die Unterhaltung, eingeleitet durch ein exquisiten Konzert der im ganzen Land bekannten «Chanson de Montreux», und bei den Weisen von zwei Kapellen fortgesetzt, bis es ziemlich spät war.

Während am Sonntagmorgen, 29. August, die Damen unter der kundigen Führung von Herrn Architekt Schmid das alte Schloss Chillon besichtigten, trat der SEV, dem ja auch alle Mitglieder des VSE angehören, zur

#### 58. Generalversammlung des SEV

zusammen, wie der VSE im Kursaal, der auf den letzten Platz besetzt war. Präsident Prof. Dr. P. Joye wusste wiederum die Regularien, die besonders wegen der Technischen Prüfungsanstalten etwas umfangreicher sind als die des VSE, rasch und sicher zu bewältigen, nachdem er die grosse Schar der hohen und prominenten Gäste herzlich begrüsst und der Société Romande d'Electricité sowie den Gemeinden von Montreux für die Gastfreundschaft gedankt hatte. Grosses Interesse beanspruchten die Vorstandswahlen, musste die Versammlung doch von zwei besonders verdienten Vorstandsmitgliedern, von Herrn Direktor A. Engler, der nicht nur seine grossen technischen Erfahrungen aus den NOK dem Vorstand zur Verfügung gestellt, sondern in einem sehr arbeitsreichen Abschnitt auch dem Verwaltungsausschuss angehört hatte, und dem stets anregend und initiativ wirkenden Prof. E. Dünner, Vizepräsident des SEV, Abschied nehmen. Beiden Herren sprach der Präsident namens des Vereins den wärmsten Dank aus. An deren Stelle treten nun Herr Direktor Marty, von den Bernischen Kraftwerken A.-G., und der Rektor der Eidg. Technischen Hochschule, Herr Prof. Dr. F. Tank, der nicht nur unsere Beziehungen zur höchsten technischen Schule unseres Landes, sondern auch zur Hochfrequenztechnik weiter fördern wird. Zum neuen Vizepräsidenten erkor die Versammlung Herrn A. Winiger, Direktor der Bank für elektrische Unternehmungen. Die Versammlung fasste auch Beschluss über eine Reihe neuer Vorschriften, Regeln und Leitsätze, wozu der Präsident die Erwartung der Vereinsorgane betonte, dass die Regeln von den Mitgliedern eingehalten werden, trotzdem sich diese nicht auf die polizeimässige Autorität einer Behörde, sondern «nur» auf die der Fachleute stützen.

Nun folgte der hervorragende, wohldokumentierte

#### Vortrag über Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft der elektrischen Traktion in der Schweiz

von Prof. Dr. K. Sachs, dem Dozenten für elektrische Traktion an der Eidg. Technischen Hochschule und Verfasser des weitverbreiteten Standardwerkes über elektrische Lokomotiven und desjenigen über die ortsfesten Anlagen der elektrischen Bahnen. Mit grosser Meisterschaft schöpfte der Referent aus der fast unüberschaubaren Fülle seines Materials und seiner langjährigen, von Begeisterung für den Gegenstand getragenen Studien, um uns die ganze, grosse Bedeutung der elektrischen

Traktion und die Leistung der Männer, die sie in die Wege geleitet und unübertreffbar gut durchgeführt haben, nahezubringen. Der mit warmem Beifall verdankte Vortrag ist bereits hier erschienen<sup>1)</sup>. Am

#### offiziellen Bankett des SEV,

das wieder im grossen Saal des Montreux-Palace stattfand, begrüsst

#### Präsident Joye

die grosse Teilnehmerschaft mit folgenden Worten:

«Mesdames, Messieurs, chers collègues,

Je vous adresse à tous le salut de l'Association Suisse des Electriciens et je voudrais vous dire tout le plaisir que nous éprouvons à vous voir réunis si nombreux ici. Je tiens à vous remercier de votre présence parmi nous, remercier en particulier, en la personne de ses représentants ici présents, la Société Romande d'Electricité, qui a pris en mains l'organisation de ces journées, de tout ce qu'elle nous offre d'agréable pendant notre séjour à Montreux.

Je salue particulièrement la présence de M. le conseiller d'Etat Fazan. Nous savons l'intérêt que porte le gouvernement vaudois tout entier aux problèmes du domaine de l'électricité et si nous avons choisi l'agglomération de Montreux pour tenir notre assemblée, c'est en souvenir des événements dont elle a déjà été le théâtre lorsqu'a été lancée l'idée d'électrifier les chemins de fer — nous en avons parlé ce matin — c'est aussi en raison des excellents rapports que nous entretenons avec nos amis du canton de Vaud.

Je me permettrai de donner dans un instant la parole à M. le conseiller d'Etat Fazan. Puis suivront quelques paroles de bienvenue que veut bien nous adresser M. Alblas, syndic de Veytaux, enfin quelques mots également de M. Chessex, président de la Société Romande d'Electricité.

Je n'en dirai pas davantage, afin de ne pas trop prolonger cette fin de repas car l'heure presse et le bateau nous attend. Permettez-moi de terminer en remerciant encore nos amis de la Romande et du canton de Vaud et en levant mon verre à leur santé, comme à votre santé à tous, Mesdames et Messieurs. Vive le canton de Vaud, vive la Suisse!»

#### Staatsrat Fazan

hielt folgende Ansprache:

«Monsieur le président, Mesdames, Messieurs,

Vos associations, qui représentent tout ce qui intéresse la production et l'utilisation de l'énergie électrique du pays, ont choisi la ville de Montreux et le canton de Vaud pour siège de leurs assises annuelles et elles ont fort aimablement invité le gouvernement cantonal à y déléguer un de ses membres.

C'est tout naturellement au chef du Département des travaux publics, duquel relèvent toutes les relations concernant les entreprises électriques du territoire cantonal et celles des cantons voisins intéressés qu'est échu l'agréable mission de vous exprimer les sentiments du Conseil d'Etat vaudois et ses remerciements pour votre gracieuse invitation.

Nous vous apportons, Mesdames et Messieurs, le salut du gouvernement du canton de Vaud, heureux de vous accueillir et de vous souhaiter la plus cordiale bienvenue, en espérant que vous remporterez tous un agréable souvenir des trop courts instants que vous aurez passés sur notre Riviera. Nous vous sommes reconnaissants d'avoir tenu ici votre assemblée annuelle, qui nous procure l'occasion de prendre contact avec vos organisations précisément au moment où leur activité prend de jour en jour plus d'importance du fait des circonstances et des besoins urgents du pays. En effet, la fée Electricité joue actuellement un tel rôle dans notre économie générale que l'on peut la considérer comme un des facteurs essentiels de son activité. Dans le domaine de son utilisation, on ne peut se représenter la situation qui serait la nôtre aujourd'hui sans le développement de l'exploitation de notre houille blanche au cours du dernier siècle et singulièrement de son application à la traction de nos chemins de fer et à notre industrie en général.

<sup>1)</sup> Bulletin SEV 1943, Nr. 20, S. 547...612  
Sonderdruck auf Kunstdruckpapier mit Umschlag erhältlich bei der Gemeinsamen Geschäftsstelle des SEV und VSE.

Mais épiloguer sur cet objet serait par trop oiseux. Nous voulons nous borner à apporter notre tribut de reconnaissance à vos organisations, et à toutes celles qui s'y rattachent, pour l'effort considérable qu'elles ont accompli. Cet effort se poursuit avec une magnifique énergie et dans toute la mesure autorisée par les difficultés du moment. Ces difficultés ne sont pas d'ordre financier en général car, fort heureusement, la rentabilité de vos entreprises paraît assurée, mais elles sont d'une part d'ordre sentimental et, d'autre part, d'ordre matériel, en raison de la rareté de certains éléments indispensables à la construction des barrages, des canalisations, des usines, voire même des lignes de transport. Dans le premier cas, autant il est nécessaire d'augmenter la production d'énergie pour subvenir aux besoins croissants et aux nécessités du moment, autant il est indispensable d'éviter de graves atteintes aux libertés individuelles ou collectives, ainsi qu'aux beautés naturelles du pays. Oh! nous savons bien que dans l'opposition irréductible à certains projets, il entre souvent une exagération motivée soit par la spéculation soit par les tentatives de spéculation, soit encore par simple esprit d'antagonisme à tout ce qui est progrès. Néanmoins, il serait profondément affligé de faire fi des sentiments profonds et sincères des populations intéressées, de leur attachement à leur sol, des traditions qui les lient à la terre de leurs ancêtres et enfin de porter atteinte, au delà de la mesure inévitable dans l'intérêt général, au visage aimé de la patrie.

Mais nous sommes convaincus que des solutions équitables peuvent et doivent être trouvées, à condition que ces problèmes délicats soient abordés dans un véritable esprit de compréhension, de justice et d'équité. Nous voulons donc croire que ces sentiments sont ceux qui vous animent en qualité de partie dans le débat en cours actuellement.

En ce qui concerne la distribution du matériel nécessaire à ces vastes réalisations, il ne faut pas oublier que l'économie générale du pays s'étend à de multiples entreprises qui, elles aussi, ne sauraient subsister et se développer sans un minimum de ces précieuses matières et qu'une répartition équitable doit intervenir pour le maintien de l'équilibre général. Il y a là un facteur dont nous ne pouvons pas ignorer l'importance et qui doit nécessairement tempérer les exigences du domaine dans lequel s'exerce votre bienfaisante activité. Nous voulons croire que nos autorités fédérales, qui ont si admirablement réglé l'économie du pays, bouleversé par le cataclysme mondial, sauront mesurer à chacun la juste part qui lui revient selon son importance, dans le cadre de l'intérêt général.

Dans un autre ordre d'idées et malgré la confiance quasi absolue que nous avons à l'égard du Conseil fédéral, nous ne sommes pas sans inquiétudes au sujet de certains bruits de centralisations nouvelles et en particulier de celle ayant trait à la production et à l'utilisation de l'énergie électrique. Il nous paraît que, dans ce domaine comme dans tous autres d'ailleurs, les entreprises privées cantonales ou semi-officielles ont fait largement leurs preuves et qu'il n'y a pas de raison de porter une nouvelle atteinte au fédéralisme et à leurs libertés en les mettant en mains d'un organisme sans initiative et sans responsabilité... (Bravos). Nous espérons que ces tentatives seront étouffées dans l'œuf et ne donneront pas lieu à des discussions qu'il est désirable d'éviter dans les circonstances actuelles.

Mesdames et Messieurs, nous ne voulons pas nous étendre davantage sur des considérations qui sortent un peu — et nous nous en excusons — du programme établi pour clôturer vos assemblées générales. Dans quelques instants, nous vous présenterons, au cours de la promenade en bateau que vous avez eu l'heureuse idée d'envisager, la vision d'une des plus belles régions du canton de Vaud. Nous jouirons en même temps du calme délicieux du lac, de la beauté de ses rives, où, comme au printemps après le retour des hirondelles, se retrouvent la paix et la santé après la terrible tourmente. Nous admirerons avec vous — car on ne s'en lasse jamais — le cadre harmonieux d'un horizon fait de montagnes aux sommets hardis ou de rives escarpées, de coteaux, où se succèdent par étages les vignobles, les champs et les pâturages. Puis ce sera Chillon, la forteresse moyen-âgeuse, qui a retrouvé toute sa valeur militaire et défend aujourd'hui, flanquée d'ouvrages modernes, une des principales entrées du réduit national. Tout est réuni dans ce tableau qui constitue

une miniature de notre Suisse. Cette vision de paisible prospérité, que d'ailleurs nous trouvons partout en parcourant notre pays, ne peut que renforcer en nous le sentiment de l'immense privilège dont nous jouissons dans cette oasis de paix, au milieu de l'enfer de la guerre. Elle doit nous inciter à ressentir et à exprimer notre profonde reconnaissance à la Providence pour la miraculeuse protection qui nous est accordée. Elle doit aussi nous rappeler que le facteur essentiel de notre relative sécurité est l'union de tous les Confédérés, à l'arrière aussi bien qu'à l'avant, union qui jamais ne s'est révélée aussi indispensable qu'aujourd'hui. Enfin, elle doit nous inciter à pratiquer, à l'égard des malheureux qui, par millions, sont en proie aux horreurs d'une guerre impitoyable, une charité sans bornes. Peut-être ainsi mériterons-nous, dans une bien faible mesure, la situation exceptionnelle dont nous bénéficions.

C'est dans ces sentiments, Mesdames et Messieurs, que je termine, en formulant le vœu que votre prochaine assemblée annuelle voie débiter enfin l'ère de paix que nous attendons tous et que, dans ce nouveau cycle d'existence, votre association puisse continuer dans la prospérité à rendre au pays les services qu'il attend d'elle.»

*Syndic Abblas:*

«Mesdames, Monsieur le président,  
Monsieur le conseiller d'Etat, Messieurs,

La Ville de Montreux, heureuse de vous accueillir si nombreux, a été partagée entre deux désirs: celui de vous présenter la Riviera suisse sous les rayons de son soleil, et celui d'y renoncer de plein gré dans l'intérêt de l'alimentation des sources; suivant que vous êtes optimistes ou soucieux, vous approuverez ou désapprouverez le choix qu'elle a cru devoir faire. Au nom de ses autorités, je vous souhaite une très cordiale bienvenue et je vous dis le grand plaisir que nous procure votre visite.

Voici 24 années déjà que vous vous êtes réunis à Montreux pour la dernière fois, exactement les 11 et 12 octobre 1919. Alors comme aujourd'hui, M. Emmanuel Dubochet fut l'un des principaux organisateurs des assemblées de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union des Centrales Suisses d'électricité; il m'est agréable de constater qu'à un quart de siècle de distance son entraînement et son dévouement sont restés les mêmes; je me fais un devoir, au nom des autorités locales, de l'en féliciter et de le remercier très vivement pour son incessante et bienfaisante activité dans l'intérêt bien compris de la région toute entière.

Si j'en crois, Mesdames et Messieurs, les journaux de l'époque, l'une des grandes préoccupations de ceux qui siégeaient ici en 1919 était motivée par le problème de la 'tension' des divers réseaux; si cette question ne se pose plus aujourd'hui — et si la 'tension' est un terme que la politique a accaparé — vos préoccupations sont dirigées d'un autre côté et vous avez le souci de l'équipement économique futur de notre pays. Les profanes que nous sommes ne peuvent qu'admirer votre esprit d'initiative et de progrès et vous féliciter pour les mesures que vous comptez prendre afin d'assurer à notre pays une indépendance économique toujours plus grande.

En vous réitérant nos souhaits de chaleureuse bienvenue, j'exprime l'espoir que vous conserverez de notre cité un souvenir agréable et je porte mon toast à l'Association Suisse des Electriciens, en vous souhaitant, Mesdames et Messieurs, après les excursions de demain, un heureux retour dans vos foyers.»

*Verwaltungsratspräsident Chessex von der Romande:*

«Monsieur le président, Mesdames, Messieurs,

Je regrette de devoir vous retenir encore trois minutes, mais je m'en voudrais de ne pas vous souhaiter la bienvenue au nom de la Société Romande d'Electricité avant que vous n'entriez chez vous.

Nous vous savons infiniment gré d'avoir bien voulu choisir Montreux pour y tenir vos assises et nous vous sommes surtout reconnaissants d'avoir convié également les dames à y assister. Ce faisant et mettant fin ainsi peut-être à des querelles de ménage, vous avez certainement contribué à ramener la paix intérieure, peut-être à rapprocher le retour de la paix mondiale.

La manie des abréviations pour désigner les très nombreuses sociétés et associations dans notre pays — comme partout, d'ailleurs — va me permettre de formuler en quelques mots les sentiments que j'éprouve à l'égard du beau sexe, dit faible mais qui en fait est souvent le sexe fort... La Société Romande d'Electricité est la mère de deux autres sociétés — qui sont nées avant elle: la Société Electricité Vevey-Montreux et la Société des Forces Motrices de la Grande Eau. Ce sont ainsi, avec l'Union des Centrales Suisses d'électricité et l'Association Suisse des Electriciens, cinq sociétés qui ont participé à l'organisation de ces manifestations. Je formulerai mes sentiments en empruntant leurs initiales: Société Romande d'Electricité: SRE; Société Electricité Vevey-Montreux: SEVM; Association Suisse des Electriciens: ASE; Union des Centrales Suisses d'électricité: UCS; Société des Forces Motrices de la Grande Eau: SFMGE.

Salut Représentantes Eminentes  
Sachez Engager Vos Maris  
A Secouer Ennuis  
Urbi et orbi Consentant Séjours  
Sans Fin Montreux  
Gloria Electricitæ!

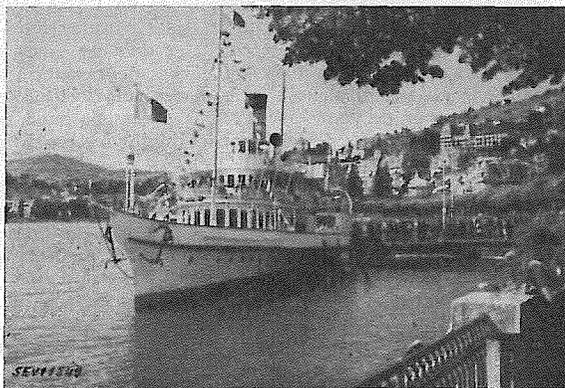
Et je termine, Mesdames et Messieurs, en levant mon verre à votre santé et à la prospérité de vos deux associations.»

Zwischen den Tischreden erfreute uns der charmante, straff geführte Damenchor «La Montreusienne» mit fein vorgetragenen Kompositionen von Jaques-Dalcroze.

Kurz war die Zeit bemessen. In Eile strebte man dem Dampfschiffsteg zu, um auf dem für unsere

#### Rundfahrt auf dem Genfersee

gecharterten Schiff einen möglichst guten Platz zu gewinnen. Es gab nämlich eine angesichts des herrlichen Sommerwetters bevorzugte Schatten- und eine weniger bevorzugte, aber nur zu bald auch vollbesetzte Sonnenseite; da es sich jedoch um



Start zur Seerundfahrt

eine Rundfahrt handelte, kam jedermann einmal in den Schatten und jedermann einmal in die Sonne, was sowohl vom demokratischen, als auch vom allgemein-philosophischen Standpunkt aus ganz in Ordnung ist. Still lag der See in der gleissenden Sonne, umrahmt vom Panorama der Waadtländer, Walliser und Savoyer Berge. Das alte Schloss Chillon zog vorüber, dann die Rhonemündung, dann St-Gingolph, wo man sich die Landesgrenze mitten durchs Dorf zeigte — es wurde unvermittelt stiller auf Deck, die Gedanken drehten ab in das andere Land; vorbei zog das französische Ufer mit seinen kleinen Siedlungen, und dann stach unser Schiff quer über den See, nach Ouchy hinüber. Inzwischen hatte sich das von der «Romande» freundlich offerierte Büfett rasch geleert, und man lauschte den hübschen Liedern der Damen der «La Montreusienne», machte Konversation oder ergab sich der Betrachtung der einzigartig schönen Ufer des Léman. In Ouchy legte das Schiff an, man verabschiedete sich von den Teilnehmern, die jetzt schon heimkehren mussten, und dann folgte die abendlich schöne Fahrt der Waadtländer Riviera entlang, zurück nach Montreux.

Der Abend stand der Privatinitiative zur Verfügung. In zwanglosen Gruppen ass man und traf sich später im Kursaal oder sonstwo zu gemütlichem Beisammensein.

#### Exkursionen

Der Montag war einer Reihe von technischen Besichtigungen gewidmet. In aller Frühe trennten sich die verschiedenen Gruppen in Richtung Wallis und in Richtung Vevey-Genf.

Die Gruppe Vevey war von den *Ateliers de Constructions Mécaniques Vevey* zur Besichtigung ihrer interessanten Fabriken eingeladen. Besonders Eindruck machte das neue hydraulische Laboratorium, und man konnte auch hier feststellen, wie initiativ und wissenschaftlich unsere Maschinenfabriken arbeiten, um beste, konkurrenzfähige Fabrikate herzustellen.

Eine zweite, grosse Gruppe besuchte Genf. Am Vormittag zeigte das Elektrizitätswerk Genf sein neues, schönes *Kraftwerk Verbois*. Am Nachmittag konnten in Untergruppen die drei bedeutendsten Genfer Fabriken: *Ateliers de Sécheron S. A.*, *Ateliers des Charmilles S. A.* und *Appareillage Gardy S. A.* besichtigt werden. Diese Gruppe hatte also ein wohl ausgefülltes und lohnendes Tagesprogramm zu absolvieren.

Drei weitere Gruppen fuhren ins Wallis. Das günstige Wetter bescherte ihnen die Aussicht auf die herrlichen Walliser Alpen.

Die erste Walliser Gruppe hatte den seltenen Vorzug, die hochinteressanten chemischen Fabriken der «Ciba» in Monthey zu besichtigen. Am Nachmittag schloss sich eine von der Bahn offerierte Fahrt in eine der schönsten Walliser Gegenden, nach Champéry, an, von wo die Schwebbahn die Teilnehmer nach dem Aussichtspunkt Planachaux hinauf führte. Eine weite Rundschau auf die Walliser und Waadtländer Alpen bot sich den Ausflüglern. Den Abschluss der Exkursion bildete ein Empfang durch Gemeinde und Elektrizitätswerk Champéry.

Die zweite Walliser Gruppe besichtigte die ausgedehnten Werke der *Aluminium-Industrie A.-G.* in Chippis, wo bei der Herstellung von Aluminium fast  $\frac{1}{8}$  der gesamten in der Schweiz erzeugten Elektrizität verbraucht wird. Besichtigt wurden das Rhonekraftwerk, die Elektrolyseöfen, das hochinteressante Legierungswalzwerk und die Laboratorien.

Die dritte Gruppe war im *Kraftwerk Dixence*, das durch sein grosses Gefälle von 1750 m einzig dasteht, Gast der Energie de l'Ouest Suisse S.A. Nach Besichtigung der Maschinenanlage Chandoline bei Sitten fuhr man in zwei Autocars ins wilde Val d'Héremence nach Motot und von da per schwindelerregende Drahtseilbahn zur Staumauer hinauf, wo die leitenden Herren der EOS ihre Gäste mit herrlichen Landesprodukten bekanntmachten.

Die drei Tage unserer Jahresversammlungen von Montreux bleiben uns unvergesslich. Sie ragen in den Annalen des SEV und VSE nicht nur durch die Rekordbeteiligung hervor, sondern auch durch das glänzende Wetter und vor allem durch die grosse Gastlichkeit unserer Freunde von Montreux und der Unternehmungen, die uns zu Besuchen eingeladen haben. Auch hier sei ihnen allen herzlich gedankt. Br.

### Schweizerischer Elektrotechnischer Verein (SEV)

#### Protokoll

der 58. (ordentlichen) Generalversammlung des SEV  
Sonntag, den 29. August 1943, in Montreux

Der Vorsitzende, Herr Prof. Dr. P. Joye, Direktor der Freiburgischen Elektrizitätswerke, Präsident des SEV, eröffnet die Versammlung um 9 h 45 und entbietet den anwesenden Mitgliedern und Gästen im Namen des Vorstandes herzlichen Gruss und Willkomm.

Er erinnert daran, dass der SEV im Jahre 1919 zum letztmal in Montreux tagte. Schon damals hatte die Société Romande d'Electricité unter Leitung des eben zum Ehrenmitglied des SEV ernannten Herrn E<sup>el</sup> Dubochet, 1911...1919 Präsident des VSE, die Organisation übernommen. Auch

dieses Mal durften wir die gleiche Hilfe in Anspruch nehmen. Der Vorsitzende spricht Herrn E<sup>el</sup> Dubochet, administrateur-délégué de la Société Romande d'Electricité, für den Empfang, den Montreux dem SEV bereitet, den herzlichsten Dank aus und bittet ihn, diesen Dank auch seiner Unternehmung und seinen Mitarbeitern zu übermitteln.

Zum erstenmal tagte der SEV im Jahre 1901 in Montreux. Er war damals noch klein, aber schon sehr tatkräftig, denn er fasste einen Beschluss, der durch die folgende Entwicklung eine grosse Tragweite erhielt: Auf Antrag des Präsidenten Dr. Tissot wurde eine Kommission für das Studium der Elektrifizierung der Schweizer Bahnen eingesetzt. Unter dem Impuls von Prof. Dr. W. Wyssling, Generalsekretär, bereitete diese Kommission die Elektrifizierung unserer Bahnen vor. Heute liegt dieses Werk, das vom unvergesslichen Dr. h. c. Emil Huber-Stockar meisterhaft durchgeführt wurde, vor aller Augen. Hierüber wird heute Herr Prof. Dr. K. Sachs eingehend berichten. Damit wollen wir diejenigen ehren, die der Elektrifizierung der Bahnen den Weg bereitet und uns in diesen schwierigen Jahren des Krieges Verkehrsmöglichkeiten gesichert haben, die für unser Land von allergrösster Bedeutung sind.

Der Vorsitzende begrüsst folgende Gäste

Die Herren Vertreter der eidgenössischen und kantonalen politischen Behörden:

Direktor F. Lusser, vom eidg. Amt für Elektrizitätswirtschaft, Vertreter des leider verhinderten Herrn Bundespräsident Celio, Chef des eidg. Post- und Eisenbahndepartementes; Staatsrat Fazan, Vertreter des Regierungsrates des Kantons Waadt.

Die Herren Vertreter der gastgebenden Gemeinden:

Syndic R. Alblas, Vertreter der Gemeinde Veytaux-Montreux; Syndic E. Jaquet, Vertreter der Gemeinde Châtelard-Montreux; L. Blanc, Vertreter des Bezirkes Vevey.

Die Herren Verwaltungsräte der Société Romande d'Electricité, Clarens-Montreux:

L. Chessex, Präsident;  
M. Nicollier, Vize-Präsident;  
J. Montet, H. Payot, E<sup>el</sup> Dubochet, A. Chessex, R. Evéquo, A. Soutter und H. Detraz, Mitglieder.

Die Herren Vertreter der eidgenössischen Stellen:

Dr. E. Weber, Sekretär der eidg. Kommission für elektrische Anlagen, Chef der Abteilung Rechtswesen und Sekretariat des eidg. Post- und Eisenbahndepartementes;  
Dr. H. Keller, Vertreter des eidg. Post- und Eisenbahndepartementes in der Verwaltungskommission des SEV und VSE;  
C. Viquerat, Subdirektor der Schweiz. Unfallversicherungsanstalt Luzern, an Stelle des verhinderten Herrn Ing. Helfenstein, Vertreter der SUVAL in der Verwaltungskommission des SEV und VSE.  
Dr. h. c. A. Muri, Generaldirektor der Schweiz. Post-, Telegraphen- und Telephonverwaltung;  
Ing. H. Kölliker, Vertreter der Telegraphen- und Telephonabteilung der PTT;  
Dr. C. Mutzner, Direktor des eidg. Amtes für Wasserwirtschaft;  
Dr. R. Cottier, Direktor des eidg. Amtes für Verkehr;  
F. Buchmüller, Direktor des eidg. Amtes für Mass und Gewicht;  
Dr. h. c. H. Eggenberger, Oberingenieur der Abtlg. Bahnbau und Kraftwerke der Schweiz. Bundesbahnen;  
Direktor H. Niesz, Delegierter des KIAA für Elektrizitätswirtschaft;  
Dr. h. c. R. Stadler, Chef der Sektion Metalle des KIAA;  
R. Pahud, Chef der eidg. Preiskontrollstelle;

Die Herren Vertreter der befreundeten Verbände und besondere Gäste:

Direktor R. A. Schmidt, Präsident des VSE, und die Mitglieder des Vorstandes des VSE.  
Dr. K. H. Gyr, Präsident der Gruppe Elektroindustrie des Vereins Schweiz. Maschinenindustrieller.  
a. Ständerat Dr. O. Wettstein, Präsident des Schweiz. Wasserwirtschaftsverbandes.  
Dr. E. Steiner, Vize-Präsident des Schweiz. Energie-Konsumenten-Verbandes.  
Rektor K. Rickenbach, Präsident des Verbandes Schweiz. Elektro-Installationsfirmen.  
Dr. R. Zehnder, Präsident des Verbandes Schweiz. Transportanstalten.  
Direktor E. Payot, Präsident des Schweiz. Nationalkomitees der Weltkraftkonferenz.  
Direktor H. Haemig, Vertreter des Schweiz. Vereins von Gas- und Wasserfachmännern.  
Prof. Dr. h. c. R. Neeser, Präsident des Schweiz. Ingenieur- und Architektenvereins.  
Prof. Dr. F. Tank, Rektor der Eidg. Technischen Hochschule.  
Prof. A. Stucki, Direktor der Ecole d'Ingénieurs de l'Université de Lausanne.  
Ing. E. A. Kerez, Vertreter der Gesellschaft ehemaliger Studierender an der ETH.

P. Oguey, Vertreter der Association amicale des Anciens Elèves de l'Ecole d'Ingénieurs de Lausanne.

Direktor E. Graner, Vertreter des Schweiz. Technikerverbandes.  
Direktor E. Baumgartner, Vertreter der Vereinigung Pro Radio.  
Dr. h. c. R. Stadler, Präsident der Vereinigung Pro Telephon.  
Ing. A. Steinemann, Vertreter des Schweiz. Vereins von Dampfkesselbesitzern.

Ing. A. Burri, Direktor der «Elektrowirtschaft».  
Ing. M. Buenzod, Geschäftsleiter des Office d'Electricité de la Suisse romande.

Ing. H. Zollinger, Geschäftsleiter der Schweiz. Normenvereinigung.

Dr. R. Wenger, Vertreter des Arbeitgeberverbandes schweiz. Maschinen- und Metallindustrieller.

Prof. Dr. K. Sachs, der uns im Anschluss an die Versammlung einen Vortrag hält.

Direktor L. Mercanton und  
Direktor P. Payot, von der Sté Romande d'Electricité, Clarens.

Dr. h. c. A. Schrafl, a. Generaldirektor der SBB, Bern.

Direktor E. Branger, Rhätische Bahn, Chur.  
Direktor E. Meystre, Compagnie Générale de Navigation sur le Lac Léman, Lausanne.

Die Herren Ehrenmitglieder:

Direktor E. Baumann, Bern; Dr. h. c. E. Battner, Burgdorf;  
Direktor E<sup>el</sup> Dubochet, Clarens; Direktor F. Ringwald, Luzern;  
Dr. h. c. M. Schiesser, Baden; Dr. h. c. K. P. Täuber, Zürich, und a. Direktor A. Zaruski, St. Gallen.

Die Herren Vertreter folgender Firmen, die uns zu Exkursionen eingeladen haben:

Aluminium-Industrie A.-G., Lausanne;  
CIBA, Monthey;  
Ateliers de Constructions Mécaniques Vevey S.A., Vevey;  
Chemin de fer Territet-Glion-Naye;  
Elektrizitätswerk Genf;  
S.A. l'Energie de l'Ouest Suisse, Lausanne;  
S.A. des Ateliers de Sécheron, Genf;  
Ateliers des Charmilles S.A., Genf;  
Appareillage Gardy S.A., Genf.

Die Herren Vertreter der Presse von Montreux, Fryburg, Lausanne, Genf, Zürich und Basel.

An der Teilnahme waren verhindert:

Herr Bundespräsident Celio, Vorsteher des eidg. Post- und Eisenbahndepartementes;  
der Syndic der Gemeinde Planches-Montreux;  
der Vorort des Schweiz. Handels- und Industrievereins;  
die Herren Ehrenmitglieder Dr. h. c. E. Bitterli, Paris; Dir. F. Eekinger; a. Obering. J. Kübler; Dr. h. c. A. Nizzola; Prof. Dr. h. c. W. Wyssling.

Der Vorsitzende gedenkt hierauf mit warmen Worten der Kollegen, die wir seit der letzten Versammlung durch den Tod verloren haben. Es sind dies:

Josef Bünter, Starkstrominspektor, Luzern;  
Walter Staub, Elektrotechniker, Baden;  
Gottfried Weber, Verwalter des Elektrizitätswerkes Stäfa;  
Nicolaus Bickel, Inhaber einer Handelsunternehmung für elektrotechnische Artikel;  
Franz Onken, Ingenieur, Inhaber eines technischen Lehrinstitutes, Basel;  
H. Egli, Ingenieur, Vorstandsmitglied 1921...1933, früher Teilhaber der Firma Kägi & Egli, Zürich;  
G. Nicole, Ingenieur, langjähriges Mitglied des Vorstandes VSE und der Tarifkommission, ehemaliger Direktor der Cie. Joux et Orbe;  
A. Stodola, Prof. Dr., 1892...1929 Inhaber des Lehrstuhls für Wärmekraftmaschinen an der Abteilung für Maschineningenieurwesen der ETH, Zürich;  
E. Wirz, Dr.-Ing., 1930...1933 Mitarbeiter der Normalienkommission, Biel;  
Benedetto Balli, Ingenieur, Locarno;  
Ludwig Kallir, Ingenieur, London  
Eduard Kopp, Betriebsmonteur des Elektrizitätswerks Luzern;  
G. Frey-Dätwyler, Teilhaber und Direktor der Firma Elektrowerke Reichenbach Frey & Co., Meiringen;  
Karl Fenchel, Ingenieur, technischer Direktor der Papierfabrik Biberist.  
Henry Philippe Humbert, Oberingenieur, Zürich;  
Adolf Regenass, Inhaber eines Elektro-Installationsgeschäfts, Aarau;  
Maurice Jéquier, Ingenieur, Direktor der Kabelwerke Cortaillod, Neuenburg;  
Gustavo Volonterio, Oberingenieur und Prokurist der Motor-Columbus A.-G., Baden;  
Arthur Moll, Ingenieur, Mitglied des Vorstandes VSE, Delegierter des Verwaltungsrates der Aare-Tessin A.-G. für Elektrizität, Olten;

*Emil Scheurich*, Inhaber einer Firma für Vertretungen in elektrotechnischen Artikeln, Zürich.

Die Versammlung erhebt sich zu Ehren der Toten.

Der **Vorsitzende**: Es sind 6 Jahre verflossen, seit SEV und VSE ihre Generalversammlung in grösserem Rahmen — mit Damen — durchgeführt haben. Für dieses Jahr beschlossen die Vorstände des SEV und VSE, wieder eine Versammlung mit festlichem Charakter durchzuführen; sie haben damit zahlreichen Anregungen aus Mitgliederkreisen Folge gegeben. Es scheint, dass damit eine glückliche Idee genehmigt wurde, denn die Zahl der eingeschriebenen Teilnehmer und Teilnehmerinnen beträgt über 750, eine bisher noch nie erreichte Zahl. Diese grosse Beteiligung wird dazu beitragen, die Bande, die die Mitglieder des SEV aus allen Teilen des Landes zusammenhalten, noch enger zu knüpfen.

Nach dieser Eröffnung geht der **Vorsitzende** zur Behandlung der Traktanden über.

Die Vorlagen der heutigen Generalversammlung wurden ordnungsgemäss im Bulletin SEV 1943, Nr. 15, veröffentlicht. Dieses stattliche Heft zeugt von der grossen Arbeit der Vereinsorgane, denen der **Vorsitzende** den Dank des SEV ausspricht.

Zur Traktandenliste, veröffentlicht im Bulletin SEV 1943, Nr. 15, S. 422, werden keine Bemerkungen gemacht.

Es wird ohne Gegenantrag beschlossen, die Abstimmungen durch Handmehr vorzunehmen.

**Trakt. 1:**

**Wahl zweier Stimmzähler**

Auf Vorschlag des **Vorsitzenden** werden, bedingt durch die Verteilung der Stimmberechtigten im Saal, 4 statt 2 Stimmzähler, nämlich die Herren *L. Mercanton*, *Clarens*, *Ch. Savoie*, *Bern*, *A. Dudler*, *Zürich*, und *H. Tschudi*, *Rapperswil*, gewählt.

**Trakt. 2:**

**Protokoll der 57. Generalversammlung vom 14. November 1942 in Basel**

Das Protokoll der 57. (ordentlichen) Generalversammlung vom 14. November 1942 in Basel, veröffentlicht im Bulletin SEV 1942, Nr. 26, S. 792, wird ohne Bemerkung *genehmigt* und *verdankt*.

**Trakt. 3:**

**Genehmigung**

**des Berichts des Vorstandes über das Geschäftsjahr 1942; Abnahme der Rechnungen 1942 des Vereins und der Fonds; Bericht der Rechnungsrevisoren**

Der **Vorsitzende** weist auf die erfreuliche Entwicklung des Vereins hin und bittet die Anwesenden, ihrerseits beizutragen, um dem SEV weitere Mitglieder und Jungmitglieder zuzuführen.

Der **Vorsitzende** erwähnt den Ausgabenüberschuss von Fr. 4 737.78, der auf die 1942 noch nicht angepassten Jahresbeiträge zurückzuführen ist. Ein Ueberblick über die Rechnungen des laufenden Jahres zeigt, dass der Ausgabenüberschuss 1942 ohne weiteres durch die Rechnung 1943 wird gedeckt werden können.

Der **Vorsitzende** bittet die Rechnungsrevisoren, ihren Bericht zu verlesen. Herr Dr. A. Roth verliest den Revisionsbericht, dessen Wortlaut im Bulletin SEV 1943, Nr. 18, S. 551, abgedruckt ist.

Zu diesem Bericht werden keine Bemerkungen gemacht.

Die Generalversammlung *beschliesst* einstimmig:

a) Der Bericht des Vorstandes pro 1942 (S. 423)<sup>1)</sup>, die Rechnung des SEV über das Geschäftsjahr 1942 (S. 429), die Bilanz auf 31. Dezember 1942 und die Abrechnung über den Denzler- und den Studienkommissionsfonds (S. 430) werden *genehmigt*, unter Entlastung des Vorstandes.

b) Der Ausgabenüberschuss im Betrag von Fr. 4 737.78 wird auf neue Rechnung vorgetragen.

<sup>1)</sup> Die in Klammern gesetzten Seitenzahlen beziehen sich auf das Bulletin SEV 1943, Nr. 15.

**Trakt. 4:**

**Technische Prüfanstalten des SEV; Genehmigung des Berichts über das Geschäftsjahr 1942; Abnahme der Rechnung 1942; Bericht der Rechnungsrevisoren**

Der **Vorsitzende** erinnert daran, dass die Technischen Prüfanstalten unter der Aufsicht der Verwaltungskommission stehen und dass diese, nicht der Vorstand des SEV, die Anträge an die Generalversammlung stellt. Er verweist auf den Jahresbericht, aus dem hervorgeht, dass trotz Materialmangel und Militärdienst die Technischen Prüfanstalten in befriedigender Weise arbeiten.

Es werden keine Bemerkungen gemacht.

Die Generalversammlung *beschliesst* einstimmig:

a) Der Bericht der Technischen Prüfanstalten des SEV über das Jahr 1942 (S. 431) sowie die Rechnung pro 1942 (S. 436) und die Bilanz auf 31. Dezember 1942 (S. 437), erstattet durch die Verwaltungskommission, werden *genehmigt* unter Entlastung der Verwaltungskommission.

b) Der Einnahmenüberschuss von Fr. 819.33 wird auf Antrag der Verwaltungskommission auf neue Rechnung vorgetragen.

**Trakt. 5:**

**Festsetzung der Jahresbeiträge der Mitglieder im Jahr 1944 nach Art. 6 der Statuten**

Der **Vorstand** stellt den Antrag, im Jahre 1944 die gleichen Beiträge wie 1943 zu erheben.

Das Wort wird nicht verlangt.

Die Generalversammlung *beschliesst* einstimmig:

Für das Jahr 1944 werden gemäss Art. 6 der Statuten die Mitgliederbeiträge folgendermassen festgesetzt:

- Fr.
- I. Einzelmitglieder, wie 1943 . . . . . Fr. 20.—
- II. Jungmitglieder, wie 1943 . . . . . Fr. 12.—
- III. Kollektivmitglieder, wie 1943:

Stimmenzahl	Investiertes Kapital		Beitrag 1944
	Fr.	Fr.	
1	0	bis 100 000.—	40.—
2	100 001.—	„ 300 000.—	70.—
3	300 001.—	„ 600 000.—	120.—
4	600 001.—	„ 1 000 000.—	180.—
5	1 000 001.—	„ 3 000 000.—	250.—
6	3 000 001.—	„ 6 000 000.—	400.—
7	6 000 001.—	„ 10 000 000.—	600.—
8	10 000 001.—	„ 30 000 000.—	900.—
9	30 000 001.—	„ 60 000 000.—	1300.—
10		über 60 000 000.—	1800.—

**Trakt. 6:**

**Voranschlag des Vereins für 1944**

Zum Antrag des Vorstandes über den Voranschlag des Vereins für 1944 (S. 429) wird das Wort nicht verlangt.

Der Voranschlag des Vereins für 1944 wird nach Antrag des Vorstandes einstimmig *genehmigt*.

**Trakt. 7:**

**Voranschlag für 1944 der Technischen Prüfanstalten**

Zum Antrag der Verwaltungskommission über den Voranschlag der Technischen Prüfanstalten für 1944 (S. 436) wird das Wort nicht verlangt.

Der Voranschlag der Technischen Prüfanstalten für 1944 wird nach Antrag der Verwaltungskommission einstimmig *genehmigt*.

**Trakt. 8:**

**Kenntnisnahme von Bericht und Rechnung der Gemeinsamen Geschäftsstelle des SEV und VSE über das Geschäftsjahr 1942, genehmigt von der Verwaltungskommission**

Da das Wort nicht verlangt wird, erklärt der **Vorsitzende**, dass die Generalversammlung von Bericht und Rechnung der Gemeinsamen Geschäftsstelle des SEV und VSE über das Geschäftsjahr 1942 (S. 445 bzw. 449), *genehmigt* von der Verwaltungskommission, *Kenntnis genommen* hat.

**Trakt. 9:****Kennntnisnahme vom Voranschlag der Gemeinsamen Geschäftsstelle des SEV und VSE für das Jahr 1944, genehmigt von der Verwaltungskommission**

Da das Wort nicht verlangt wird, erklärt der **Vorsitzende**, dass die Generalversammlung vom Voranschlag der Gemeinsamen Geschäftsstelle des SEV und VSE für das Jahr 1944 (S. 449), genehmigt von der Verwaltungskommission, **Kenntnis genommen** hat.

**Trakt. 10:****Kennntnisnahme vom Bericht des Schweizerischen Elektrotechnischen Komitees (CES) über das Geschäftsjahr 1942****Trakt. 11:****Kennntnisnahme von Bericht und Rechnung der Korrosionskommission über das Geschäftsjahr 1942, und Voranschlag für das Jahr 1944****Trakt. 12:****Kennntnisnahme von Bericht und Rechnung des Schweizerischen Beleuchtungs-Komitees (SBK) über das Geschäftsjahr 1942 und vom Voranschlag für das Jahr 1943**

Das Wort wird nicht verlangt.

Der **Vorsitzende** spricht Herrn Dr. Schiesser, Präsident des CES, und seinen Mitarbeitern für ihre grosse Arbeit den besten Dank aus, ebenso den Präsidenten und Mitgliedern der Korrosionskommission und des SBK.

Er stellt fest, dass die Generalversammlung vom Bericht des Schweizerischen Elektrotechnischen Komitees (CES) über das Geschäftsjahr 1942 (S. 438), von Bericht und Rechnung der Korrosionskommission über das Geschäftsjahr 1942 und vom Voranschlag 1944 (S. 451), von Bericht und Rechnung des Schweizerischen Beleuchtungs-Komitees (SBK) über das Geschäftsjahr 1942 und vom Voranschlag 1943 (S. 449...451), ohne Bemerkung **Kenntnis genommen** hat.

**Trakt. 13:****Statutarische Wahlen****a) Von 4 Mitgliedern des Vorstandes**

Der **Vorsitzende**: Nach Art. 14 der Statuten läuft die Amtsdauer der Herren Prof. *Dünner*, Vizepräsident, *Engler*, *Traber* und *Werdenberg* am 31. Dezember ab. Die Herren *Traber* und *Werdenberg* sind erst seit 3 Jahren Mitglieder des Vorstandes und so steht einer Wiederwahl nichts im Wege. Die beiden Herren sind gerne bereit, eine Wiederwahl anzunehmen, während Herr Prof. *Dünner*, Mitglied seit 1935, und Herr Direktor *Engler*, Mitglied seit 1933, statutengemäss zurückzutreten wünschen.

Wir bedauern sehr, unsern Vizepräsidenten, Herrn Professor *Dünner*, verlieren zu müssen, der durch seine Initiative und durch seine treffenden Voten in unsern Verhandlungen dem Vorstand grosse Dienste geleistet hat, für die wir ihm herzlich dankbar sind. Vor allem möchte ich erwähnen, dass das Einsetzen der Arbeitsbeschaffungskommission des SEV und VSE auf seine Initiative zurückzuführen ist, und Sie alle kennen die Entwicklung dieses Problems und den Beitrag, den unsere Verbände zu dessen Lösung geleistet haben. Herr Prof. *Dünner* veranlasste auch das Studium eines andern, neuen und schwer zu lösenden Problems: das der rechtlichen Regelung der Konzessionsverleihungen für Wärmepumpenanlagen. Zum Schluss sei verraten, dass es in erster Linie Herr Professor *Dünner* war, der Montreux als diesjährigen Tagungsort vorgeschlagen hat.

Wir bedauern ebensowohl den Weggang von Herrn Direktor *Engler*, der bis zum Inkrafttreten der neuen Organisation vom letzten Jahr auch Mitglied des Verwaltungsausschusses war, wo er durch seine hervorragende Mitarbeit half, die neue Organisation zu schaffen. Er stellte auch stets seine grossen technischen Erfahrungen, über die er als Direktor eines der bedeutendsten Elektrizitätswerke verfügt, in den Dienst des SEV. Für diese aufopfernde, grosse Arbeit, die wir alle hochschätzen, sprechen wir Herrn Direktor *Engler* unsern herzlichsten Dank aus.

Der Vorstand schlägt vor, die Herren *Traber* und *Werdenberg* wiederzuwählen und in ihrem Amt für eine neue Amts-

dauer zu bestätigen. Als Nachfolger von Herrn Prof. *Dünner* schlägt der Vorstand Herrn Prof. Dr. *F. Tank*, Rektor der Eidg. Technischen Hochschule und Vorstand des Instituts für Hochfrequenztechnik, vor. Damit will der Vorstand den guten Beziehungen, die uns mit der wichtigsten unserer Hochschulen verbinden und die der Vorstand weiterhin pflegen möchte, Ausdruck geben. Als Ersatz von Herrn Direktor *Engler* schlägt der Vorstand vor, wiederum einen Vertreter einer Grossunternehmung der Erzeugung und Verteilung elektrischer Energie in den Vorstand zu wählen, in der Person von Herrn Dipl. Ing. *H. Marty*, Direktor der Bernischen Kraftwerke A.-G., Bern.

Der **Vorsitzende** stellt fest, dass keine Gegenvorschläge gemacht werden.

Die Generalversammlung **beschliesst** einstimmig:

Als Mitglieder des Vorstandes für die Amtsdauer 1944/46 sind gewählt die Herren

Direktor *A. Traber*, Zürich,  
Direktor *W. Werdenberg*, Winterthur,  
Direktor *H. Marty*, Bern,  
Prof. Dr. *F. Tank*, Zürich,

**b) Wahl des Vizepräsidenten**

Der **Vorsitzende**: Der Rücktritt des Herrn Prof. *Dünner* zwingt uns, einen neuen Vizepräsidenten zu wählen. Der Vorstand schlägt vor, Herrn *Winiger*, Direktor der Bank für elektrische Unternehmungen, mit diesem Amt zu betrauen. Herr Direktor *Winiger* ist seit 4 Jahren initiatives Mitglied des Vorstandes und verfügt über grosse Erfahrungen, sowohl als Konstrukteur, als auch auf dem Gebiet der Verwaltung von Elektrizitätsunternehmungen.

Die Generalversammlung **beschliesst** einstimmig:

Zum Vizepräsidenten ab 1. Januar 1944 ist gewählt: Herr Direktor *A. Winiger*, Zürich.

**c) Wahl von 2 Rechnungsrevisoren und deren Suppleanten**

Die bisherigen Rechnungsrevisoren, die Herren *P. Payot* und *Dr. A. Roth*, und deren Suppleanten, die Herren *Ch. Keusch* und *O. Locher*, sind bereit, eine Wiederwahl anzunehmen.

Der **Vorsitzende** stellt fest, dass keine Gegenanträge gemacht werden.

**Beschluss**: Die Herren

Direktor *P. Payot*, Clarens, und  
Dr. *A. Roth*, Aarau,

sind zu Rechnungsrevisoren, die Herren

*Ch. Keusch*, Yverdon, und  
*O. Locher*, Zürich,

zu Suppleanten gewählt.

**Trakt. 14:****Vorschriften, Regeln, Leitsätze**

Der **Vorsitzende** betont die Wichtigkeit dieses Traktandums, da es sich darum handelt, dass die genehmigten Vorschriften, Regeln und Leitsätze eingehalten werden.

Der Vorstand beantragt

a) Die Generalversammlung erteilt dem Vorstand Vollmacht, die Regeln für Spannungsprüfungen zu genehmigen und in Kraft zu setzen, ferner die entsprechenden Teile der alten «Spannungsnormen» aus den Jahren 1920/22 in ihrer Wirkung aufzuheben, nachdem der Entwurf durch Veröffentlichung im Bulletin des SEV die Zustimmung der Mitglieder erlangt haben wird.

b) Die Generalversammlung erteilt dem Vorstand Vollmacht, die Leitsätze für die Verwendung von Aluminium und seinen Legierungen für Regelleitungen zu genehmigen und in Kraft zu setzen, nachdem der Entwurf durch Veröffentlichung im Bulletin des SEV die Zustimmung der Mitglieder erlangt haben wird.

c) Der Temperaturkoeffizient zur Bestimmung der Erwärmung von Aluminiumwicklungen aus der Widerstandszunahme wird entsprechend dem Entwurf, der auf Seite 464 veröffentlicht ist, geändert.

d) Die Eingabe an den Bundesrat betr. Aenderung der Art. 16, 17 und 28 der Starkstromverordnung vom Jahre 1933

wird nach dem Entwurf, der auf Seite 465 veröffentlicht ist, genehmigt.

Herr Bänninger, Sekretär des SEV, erläutert die Anträge des Vorstandes.

Herr Torche erkundigt sich nach den den Mitgliedern zur Einreichung ihrer Bemerkungen eingeräumten Fristen.

Der **Vorsitzende**: Diese Frist beträgt im Minimum drei Wochen nach Veröffentlichung im Bulletin. Während dieser Zeit können die Mitglieder ihre Bemerkungen und Einwände vorbringen. Die eingeräumte Frist wird in jedem Fall im Bulletin angegeben.

**Beschluss:**

Die Generalversammlung *genehmigt* die Anträge des Vorstandes einstimmig.

**Trakt. 15:**

**Wahl des Ortes für die nächstjährige ordentliche Generalversammlung**

Es werden aus der Versammlung heraus keine Anträge gestellt. Die Versammlung stimmt dem Vorschlag des **Vorsitzenden** zu, die Wahl des Ortes durch die Vorstände des SEV und VSE zu gegebener Zeit vornehmen zu lassen.

**Trakt. 16:**

**Verschiedene Anträge von Mitgliedern**

Das Wort wird nicht verlangt.

**Trakt. 17:**

**Vortrag von Herrn Prof. Dr. K. Sachs über «Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft der elektrischen Traktion in der Schweiz»<sup>2)</sup>**

Der **Vorsitzende** erteilt Herrn Prof. Dr. K. Sachs das Wort zu seinem Vortrag.

Nach dem Vortrag dankt der **Vorsitzende** Herrn Prof. Dr. K. Sachs herzlich für seinen ausgezeichneten und interessanten Vortrag, der von einer umfassenden Kenntnis der Materie zeugt. Er hat uns einen Einblick gegeben in die Fülle der Arbeit, den Reichtum der Ideen und die Fähigkeit unserer Vorfahren zu deren Verwirklichung. Der **Vorsitzende** hofft, dass wir uns des grossen Werkes unserer Vorgänger würdig zeigen.

Schluss der Versammlung 12 h 20.

Fryburg und Zürich, den 28. Dezember 1943.

Der Präsident:  
Prof. Dr. Paul Joye

Der Protokollführer:  
W. Bänninger

**Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE)**

**Protokoll**

der 51. (ordentlichen) Generalversammlung des VSE, Samstag, den 28. August 1943, im Kursaal-Casino Montreux

Der **Vorsitzende**, Herr Direktor R. A. Schmidt, Präsident des VSE, eröffnet die 51. Generalversammlung des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke um 15 h 15 mit folgender

**Ansprache:**

«Messieurs et chers collègues,  
Au nom du Comité de l'UCS j'ai l'honneur de vous souhaiter la plus cordiale bienvenue.

En votre nom à tous je désire tout d'abord remercier les Communes du Cercle de Montreux pour leur aimable hosi-

<sup>2)</sup> Veröffentlicht im Bulletin SEV 1943, Nr. 20, S. 587.

talité et particulièrement la Société Romande d'Electricité pour tout ce qu'elle nous offre si généreusement. C'est aujourd'hui et demain des excursions pour les dames, ce soir la Chanson de Montreux, demain après-midi une réception sur le bateau. Mais notre profonde gratitude va surtout à l'Administrateur-délégué de la Romande, M. Dubochet, qui s'est dépensé sans compter pour organiser à la perfection nos réunions, ainsi qu'à ses Directeurs, MM. Mercanton et Payot, et à leur personnel pour leur aide dévouée. Notre reconnaissance va aussi aux entreprises qui nous recevront lundi chez elles pour nous faire le plaisir d'intéressantes visites: Les Ateliers de Constructions mécaniques à Vevey, la Ciba à Monthey, l'Aluminium à Chippis, EOS à la Dixence, le Service de l'Electricité de Genève à Verbois, les Ateliers des Charmilles et de Sécheron, ainsi que l'Appareillage Gardy S. A. à Genève.

Et à vous, Messieurs et chers collègues de l'UCS, un grand merci de votre Comité pour être venus nombreux à notre réunion. Sans doute avez-vous été attirés par le charme de Montreux, la beauté du lac et des montagnes qui en font le cadre. Mais vous êtes aussi venus en grand nombre certainement, parce que vous avez senti que dans cette période que nous traversons, difficile à l'intérieur du pays parce que troublée à l'extérieur, nous devons nous serrer les coudes.

Chaque jour nous apporte des tâches nouvelles, des complications inattendues, des problèmes économiques et techniques de plus en plus ardues à résoudre. Grâce à la prévoyance de nos autorités et à la collaboration des groupements économiques du pays dont le nôtre est l'un des plus importants, tous les obstacles qui se sont présentés jusqu'ici ont pu être surmontés. Mais il s'agit de tenir jusqu'au bout et, pour cela, il faut un travail en commun auquel chacune de nos entreprises doit contribuer de toutes ses forces. Nous devons tous tirer à la même corde pour la sauvegarde de l'économie électrique suisse et, dans ce but, je vous invite à vous grouper en rangs de plus en plus denses autour de votre Comité.

C'est dans ces sentiments, Messieurs, que je déclare ouverte notre 51<sup>e</sup> Assemblée générale.»

Der **Vorsitzende** begrüsst hierauf die Gäste, die in grosser Zahl erschienen sind.

Er entschuldigt zuerst Herrn Bundespräsident *Celio*, Chef des Eidg. Post- und Eisenbahndepartements, der sehr gerne an unsern Versammlungen teilgenommen hätte, aber leider verhindert ist. Ebenfalls verhindert sind der Vertreter des waadtländischen Ständerates, Herr Ständerat *Fazan*, der erst am Sonntag kommen kann, und der Gemeindepräsident von Planches-Montreux.

Unter den Geladenen begrüsst er besonders:

Hrn. R. A. Alblas, syndic de la commune de Veytaux-Montreux;

Hrn. Ed. Jaquet, syndic de la commune du Châtelard-Montreux;

Hrn. Dr. E. Weber, Sekretär des Eidg. Post- und Eisenbahndepartements;

Hrn. F. Lusser, Direktor des eidgenössischen Amtes für Elektrizitätswirtschaft;

Hrn. Dr. R. Cottier, Direktor des eidgenössischen Amtes für Verkehr;

Hrn. Dr. C. Mutzner, Direktor des eidgenössischen Amtes für Wasserwirtschaft;

Hrn. H. Kölliker, Vertreter der Telegraphen- und Telephonabteilung;

Herr Dr. A. Muri, Generaldirektor der PTT, hat sich entschuldigt.

Er begrüsst ferner:

Hrn. Dr. H. Eggenberger, Vertreter der Generaldirektion der SBB;

Hrn. Direktor H. Niesz, Delegierter des KIAA;

Herr E. Speiser, Direktor des KIAA, hat sich entschuldigt.

Hrn. Dr. R. Stadler, Chef der Sektion Metalle des KIAA;  
 Hr. R. Pahud, Direktor der eidgenössischen Preiskontrollstelle;  
 Hr. C. Viquerat, Vizedirektor der SUVAL;  
 Hr. Prof. Dr. F. Tank, Rektor der Eidg. Technischen Hochschule;  
 Hr. Prof. A. Stucki, Direktor der Ecole d'Ingénieurs de Lausanne;

hierauf die Delegierten der Vereine:

Hrn. Prof. Dr. P. Joye, Direktor der Entreprises Electriques Fribourgeoises, Präsident des SEV, sowie die Mitglieder des Vorstandes des SEV und dessen Ehrenmitglieder;  
 Hr. Dr. O. Wettstein, Präsident des Schweiz. Wasserwirtschaftsverbandes;  
 Hr. K. Rickenbach, Präsident des Verbandes Schweiz. Elektroinstallationsfirmen;  
 Hr. A. Burri, Direktor der «Elektrowirtschaft»;  
 Hr. Dr. E. Steiner, Vizepräsident des Schweiz. Energiekonsumenten-Verbandes;  
 Hr. Dr. R. Zehnder, Präsident des Verbandes schweizerischer Transportanstalten;  
 Hr. Dr. R. Neeser, Präsident des Schweiz. Ingenieur- und Architekten-Vereins;  
 Hr. E. Kerez, Vertreter der Gesellschaft ehemaliger Studierender der Eidg. Technischen Hochschule;  
 Hr. Prof. P. Oguey, Präsident der Association amicale des anciens élèves de l'Ecole d'Ingénieurs de Lausanne;  
 Hr. Dr. K. H. Gyr, Vertreter des Vereins schweizerischer Maschinenindustrieller;  
 Hr. H. Zollinger, Vertreter der Schweiz. Normenvereinigung;  
 Hr. Direktor E. Graner, Vertreter des Schweiz. Technikerverbandes;  
 Hr. Direktor E. Baumgartner, Präsident der Vereinigung Pro Radio;  
 Hr. A. Steinemann, Vertreter des Schweiz. Vereins von Dampfkesselbesitzern;  
 Hr. Dr. R. Wenger, Vertreter des Arbeitgeberverbandes schweizerischer Maschinen- und Metall-Industrieller.

Er begrüsst auch die Mitglieder des Verwaltungsrates der Société Romande d'Electricité und endlich die Vertreter der Presse, denen er dankt für das Interesse, das sie an unsern Beratungen zeigen.

Der **Vorsitzende** schlägt hierauf vor, Glückwunschtelegramme an folgende Herren zu schicken: H. Payot, Verwaltungsrat der Société Romande d'Electricité, Dr. J. Brugger, Mitglied unseres Vorstandes, abwesend aus Gesundheitsrücksichten, und Prof. Dr. W. Wyssling, der heute sicher unter uns weilen würde, wenn ihn nicht sein Alter an der Reise gehindert hätte.

Hierauf erinnert er bewegt an die Verdienste ausgezeichnete Kollegen, Mitarbeiter und Freunde, die bis anhin regelmässig unsere Versammlungen besuchten, und die seit dem letztenmal von uns geschieden sind.

Es handelt sich um:

Hrn. G. Weber, Verwalter des EW Stäfa;  
 Hr. G. Nicole, alt Direktor der Compagnie vaudoise des forces motrices des lacs de Joux et de l'Orbe, Mitglied unseres Vorstandes während vielen Jahren, der sich mit Hingabe in unsern Kommissionen mancher Frage, besonders der Tariffragen, angenommen hat;  
 Hr. Kopp, Monteur des Elektrizitätswerkes Luzern;  
 Hr. Frey, Direktor der Elektrowerke Reichenbach;  
 Hr. A. Moll, Delegierter des Verwaltungsrates der Atel, Mitglied des Vorstandes des VSE, hochverdienter Förderer der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft.

Die Versammlung erhebt sich, um das Andenken der Entschlafenen zu ehren, die dem VSE in bester Erinnerung bleiben werden.

Der **Vorsitzende** geht hierauf zur Behandlung der Traktanden über.

**Trakt. 1:**

#### Wahl der Stimmzähler

Es werden die Herren von *Allmen* (Zürich), *Berner* (Neuenburg) und *Meystre* (Lausanne) als Stimmzähler gewählt.

**Trakt. 2:**

#### Protokoll der 50. ordentlichen Generalversammlung vom 14. November 1942 in Basel

Das Protokoll der 50. Generalversammlung vom 14. November 1942 (siehe Bulletin 1942, Nr. 26, S. 796) wird *genehmigt*.

**Trakt. 3:**

#### Genehmigung des Berichtes des Vorstandes und der Einkaufsabteilung des VSE über das Geschäftsjahr 1942

Der Bericht des Vorstandes des VSE (S. 457\*) und der Bericht der Einkaufsabteilung (S. 461) über das Geschäftsjahr 1942 werden *genehmigt*.

**Trakt. 4 und 5:**

#### Abnahme der Verbandsrechnung über das Geschäftsjahr 1942 und Anträge des Vorstandes; Abnahme der Rechnung der Einkaufsabteilung über das Geschäftsjahr 1942 und Anträge des Vorstandes

Nach Kenntnisnahme des Berichtes der Rechnungsrevisoren und gemäss dem Antrag des Vorstandes *genehmigt* die Generalversammlung unter Decharge-Erteilung an den Vorstand:

- die Rechnung des Verbandes über das Geschäftsjahr 1942 und die Bilanz auf 31.12.1942 (S. 460). Der Ausgabenüberschuss von Fr. 16 856.68 wird durch Fr. 6000.— aus dem Jahresergebnis der Einkaufsabteilung (siehe Trakt. 5b) und durch Entnahme von Fr. 10 856.68 aus den «Rückstellungen für besondere Aufgaben des VSE» gedeckt.
- die Rechnung der Einkaufsabteilung über das Geschäftsjahr 1942 und die Bilanz auf 31.12.1942 (S. 461). Vom Einnahmenüberschuss von Fr. 6002.44 werden Fr. 6000.— der Verbandsrechnung überwiesen und Fr. 2.44 auf neue Rechnung vorgetragen.

**Trakt. 6:**

#### Festsetzung der Jahresbeiträge der Mitglieder im Jahre 1944 gemäss Art. 7 der Statuten; Antrag des Vorstandes

Die Mitgliederbeiträge im Jahre 1944 sind die gleichen wie 1943, d. h. für Unternehmungen mit einem investierten Kapital:

von	Investiertes Kapital	bis	Fr.	Beitrag
	0	100 000.—	Fr. 50.—	
von	100 001.—	300 000.—	100.—	„
„	300 001.—	600 000.—	150.—	„
„	600 001.—	1 000 000.—	250.—	„
„	1 000 001.—	3 000 000.—	450.—	„
„	3 000 001.—	6 000 000.—	700.—	„
„	6 000 001.—	10 000 000.—	1000.—	„
„	10 000 001.—	30 000 000.—	1500.—	„
„	30 000 001.—	60 000 000.—	2400.—	„
„	60 000 001.—	und mehr	4000.—	„

**Trakt. 7 und 8:**

#### Voranschlag des VSE für das Jahr 1944; Antrag des Vorstandes; Voranschlag der Einkaufsabteilung für das Jahr 1944; Antrag des Vorstandes

Der Voranschlag des VSE für das Jahr 1944 (S. 460) und der Voranschlag der Einkaufsabteilung für das Jahr 1944 (S. 461) werden *genehmigt*.

\*) Die Seitenangaben beziehen sich auf Bulletin SEV 1943, Nr. 15.

**Trakt. 9 und 10:**

**Kenntnisnahme von Bericht und Rechnung  
der Gemeinsamen Geschäftsstelle des SEV und VSE  
über das Geschäftsjahr 1942, genehmigt von der  
Verwaltungskommission;  
Kenntnisnahme vom Voranschlag  
der Gemeinsamen Geschäftsstelle des SEV und VSE  
für das Jahr 1944, genehmigt von der  
Verwaltungskommission**

Die Generalversammlung nimmt Kenntnis vom Bericht der Gemeinsamen Geschäftsstelle des SEV und VSE über das Jahr 1942 (S. 445) und *genehmigt* die Rechnung für das Jahr 1942 (S. 449) sowie den Voranschlag für 1944 (S. 449).

**Trakt. 11:**

**Kenntnisnahme von Bericht und Rechnung  
des Schweizerischen Beleuchtungs-Komitees (SBK)  
über das Geschäftsjahr 1942 und vom Voranschlag  
für das Jahr 1943**

Die Generalversammlung nimmt Kenntnis von Bericht und Rechnung des Schweizerischen Beleuchtungs-Komitees für das Geschäftsjahr 1942 (S. 449...451) und *genehmigt* den Voranschlag für 1943 (S. 451).

**Trakt. 12:****Statutarische Wahlen**

- a) von 2 Mitgliedern des Vorstandes;  
b) von 2 Rechnungsrevisoren und deren Suppleanten.

Der **Vorsitzende** dankt den Herren Frymann und Sameli bestens für alle Arbeit, die sie während ihrer neunjährigen Tätigkeit als Vorstandsmitglied geleistet haben. Herr Frymann, Vertreter einer Stadt, erwies dem VSE grosse Dienste, ebenso den Kommissionen, deren Mitglied er war. Herr Sameli, ein tätiger, hingebungsvoller Kollege, ist als Vertreter eines kleinen Elektrizitätswerkes in den Vorstand eingetreten. Später wurde er als Direktor des Elektrizitätswerkes einer unserer grösseren Städte berufen.

Der **Vorstand** schlägt vor, an Stelle von Herrn Frymann Herrn Leuch, Direktor des Elektrizitätswerkes der Stadt St. Gallen, und an Stelle von Herrn Sameli Herrn Hugentobler, Verwalter der Elektra Fraubrunnen, Jegenstorf, zu wählen.

Die Versammlung *wählt einstimmig* die vorgeschlagenen Herren.

Die bisherigen Rechnungsrevisoren, die Herren A. Meyer (Baden) und L. Mercanton (Clarens), sowie ihre Suppleanten, die Herren Th. Buess (Liestal) und M. Vocat (Sierre) werden *wiedergewählt*.

**Trakt. 13:****Wahl des Ortes für die nächstjährige ordentliche  
Generalversammlung**

Der **Vorstand** wird ermächtigt, den Ort der nächstjährigen Generalversammlung zusammen mit dem Vorstand des SEV zu bestimmen.

**Trakt. 14:****Verschiedenes; Anträge von Mitgliedern**

Bevor er den geschäftlichen Teil der Sitzung schliesst, macht der **Vorsitzende** noch auf zwei sehr wichtige Punkte aufmerksam: Die Sektion für Metalle des KIAA hat schon das vorige Jahr zu wiederholten Malen die heikle Lage der Schweiz in bezug auf ihre Kupferversorgung hervorgehoben. Es ist bekannt, dass seit Kriegsbeginn praktisch kein Kupfer mehr in unser Land eingeführt wurde, dass aber andererseits die Vorräte, die angebraucht werden mussten, beträchtlich abgenommen haben. Die Sektion für Metalle hat von den Elektrizitätswerken die freiwillige Abgabe eines Teils ihres Vorrates verlangt, was auch ausgeführt wurde. Es ist möglich, dass von ihnen in einer mehr oder weniger nahen Zukunft erneut ein Teil des Vorrates abgetreten werden muss. Der **Vorsitzende** verlangt mit Nachdruck, dass die Elektrizitätswerke nur in denjenigen Fällen Kupfer brauchen, wo kein anderes Metall verwendet werden kann. Im Hinblick auf den Ernst der Lage erinnert er daran, dass die Vorräte nicht wie früher nach freiem Ermessen angegriffen werden dürfen, sondern dass sie gesperrt sind und dass Kupfer nur mit Er-

mächtigung des KIAA gebraucht werden darf. Hierauf sagt der **Vorsitzende**: «Mehr und mehr verlangt man von uns, dass wir die Kupferleitungen herunternehmen, um sie durch Aluminium- oder sogar Eisenleitungen zu ersetzen. Das will heissen, dass diejenigen, welche gegenwärtig das Gesuch stellen, Kupferleitungen zu verlegen, falsch orientiert und sich der Situation ganz und gar nicht bewusst sind. Wie könnte man ihnen für diesen Zweck Kupfer zuteilen, wo man andererseits verlangt, dass bestehende Kupferleitungen durch Aluminium ersetzt werden? Ich hatte die Pflicht, Sie ganz besonders auf diesen Punkt aufmerksam zu machen, und ich bitte Sie, Ihr möglichstes zu tun, um das Kupfer, über das Sie noch verfügen, zu sparen. Wir wissen nicht, wie lange die gegenwärtige Lage noch anhält; es ist deshalb wichtig, im Gebrauch von Kupfer äusserste Sparsamkeit walten zu lassen, um so lange wie möglich Vorrat zu haben.»

Hierauf spielt der **Vorsitzende**, wie auch an der letzten Generalversammlung, auf die wichtige Frage des Alteisens an. Gerne anerkennt er, dass viele Elektrizitätswerke seinem letztjährigen Aufruf in grossem Masse Folge leisteten und dass viel Alteisen gesammelt und zur Verfügung gestellt wurde. Er sieht sich verpflichtet, von neuem die Aufmerksamkeit der Elektrizitätswerke auf die stets aktuelle Notwendigkeit der Schrottsammlung zu lenken. «Ich bitte Sie», sagt er, «alles Eisen, das sich in Ihren Elektrizitätswerken befindet, Revue passieren zu lassen, alte Maschinen, Gegenstände aus eisenhaltigen Metallen usw., es zu sammeln und als Alteisen zu verkaufen, um so mehr, als Sie davon profitieren, wenn Sie jetzt mit diesem Eisenkram, für den Sie doch keine Verwendung haben, aufräumen. Sie haben von der «Eisensteuer» sprechen gehört. Bis jetzt werden die Elektrizitätswerke nicht davon berührt, aber wenn man feststellt, dass sie nicht von sich aus genügend Alteisen liefern, ist es sehr wohl möglich, dass an hoher Stelle beschlossen wird, sie ihr ebenfalls zu unterwerfen. Das ist nicht erwünscht. Deshalb bitte ich alle Elektrizitätswerke, die noch Alteisen haben, ihren guten Willen unter Beweis zu stellen, indem sie alles abliefern, worüber sie verfügen.»

Nach einer Pause von einigen Minuten erteilt der **Vorsitzende** Herrn G. Lorenz, Direktor der Rhätischen Werke für Elektrizität und der Bündner Kraftwerke, Thuisis, das Wort zu seinem

**Vortrag «Die Kraftwerke am Hinterrhein»<sup>1)</sup>.**

Der Vortrag erntet lebhaften Applaus. Der **Vorsitzende** dankt dem Referenten bestens für seine ausserordentlich interessanten Ausführungen, die gezeigt haben, dass der für den Bau eines Staubeckens im Rheinwald ins Auge gefasste Ort sich als durchaus geeignet erweist, und dass eigentlich seiner Verwirklichung keine ernsthaften Hindernisse im Wege stehen.

Der **Vorsitzende** erteilt hierauf das Wort Herrn F. Ringwald, Delegierter des Verwaltungsrates der Centralschweizerischen Kraftwerke, Luzern, zu seinem

**Vortrag über «Das Grossakkumulierwerk Andermatt».**

Der Vortrag wird lebhaft applaudiert. Der **Vorsitzende** dankt Herrn Ringwald für die fesselnde Darstellung dieses Projektes von grossem Ausmass. Er stellt fest, dass unser Land in Zukunft alle seine verfügbaren Wasserkräfte benötigen wird, wie es die gezeigten Diagramme demonstriert haben, und dass die Errichtung der in Frage stehenden Werke früher oder später eine Notwendigkeit sein wird. Inzwischen, um zur Verwirklichung dieser Projekte überzugehen, ist es von primärer Bedeutung, die nötigen Konzessionen zu besitzen. Weil diese noch fehlen, ist es nicht möglich, vorwärts zu machen. Er wünscht, dass die Behörden, in Erkenntnis ihrer Verantwortung, diese in nächster Zukunft erteilen werden.

Die Sitzung wird um 17 h 45 aufgehoben.

Lausanne und Zürich, den 15. Dezember 1943.

Der Präsident:  
R. A. Schmidt

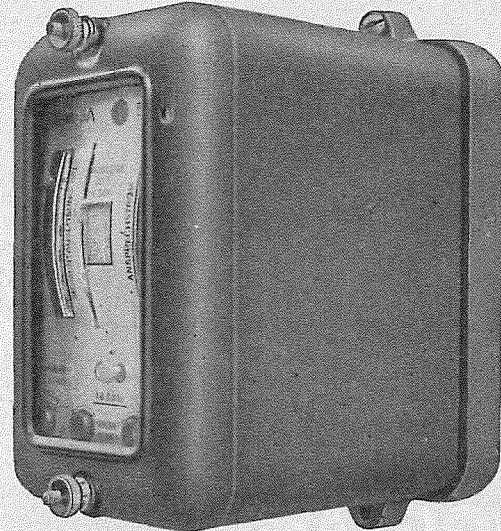
Der Protokollführer:  
A. Chuard

<sup>1)</sup> Bulletin SEV 1943, Nr. 23, S. 695.

# Unser unabhängiges Ueberstrom-Zeitrelais Typ RSU

## Seine Eigenart:

Erweiterter Einstellbereich des Ansprechstromes . . . . .	0,5 . . . 2,0 Nennstrom
Strombelastbarkeit, dauernd . . . . .	$2 \times$ Nennstrom
1 s . . . . .	$200 \times I_n$
Leistungsaufnahme . . . . .	5 VA bei Nennstrom
Zwei Zeiteinstellungen:	
Unabhängige Zeiteinstellung . . . . .	0,2 . . . 6 s
mit Zeitgenauigkeit . . . . .	$\pm 0,05$ s
Momentauslösung einstellbar . . . . .	$2 \dots 16 \times$ Nennstrom oder unterdrückt
Ansprechen des Relais angezeigt durch Signalklappe	
Schliessleistung . . . . .	50 A bei 300 V
Oeffnungsleistung . . . . .	100 A bei 400 V



Unabhängiges Ueberstrom-Zeitrelais  
Typ RSU  
in Gehäuse für Aufbau

Fabrik elektrischer Apparate **SPRECHER & SCHUH** A.G. AARAU

Schweizerischer Elektrotechnischer Verein (SEV), Seefeldstrasse 301, Zürich 8.

### Zeitschriftenrundschau des SEV

Zusammengestellt von der Bibliothek der Eidg. Techn. Hochschule, Zürich.

Die Literaturhinweise sind mit Dezimalindexen nach dem System des Institut International de Bibliographie Bruxelles versehen. Siehe den einführenden Artikel im Bull. SEV 1930, Nr. 2 und 8 (Sonderdruck). Die verwendeten Abkürzungen sind im Jahreshft 1937, S. 45, erklärt.

#### 4. Verteilung und Regelung elektrischer Energie

- 621.315.1. *Some problems in transmission-line design.* By A. Burke. Particulars of some serious damage caused by snowstorms to transmission lines in Ireland and of consequent departures from conventional design, superiority of a horizontal over a triangular arrangement of conductors, reasons for adopting a horizontal arrangement on wood poles for 260 miles of 110-kV line. 14 fig., 4 tab., J. Instn. Electr. Engrs., Part II, 90(1943)15, June, p. 158—185.
- 621.315.1.056.1. *Abaques universels pour le calcul mécanique des lignes aériennes.* Par R. Dupenloup. Rappel de quelques propriétés de la chaînette, abaque pour portées de niveau, abaque pour portées dénivelées, applications diverses. 22 fig., Rev. gén. Electr., 52(1943)8, août, p. 231—248.
- 621.315.1.056.5. *Die Berücksichtigung des Winterklimas bei der Planung von Energiefernleitungen.* Von H. Krautt. Wirkung von grosser Kälte und fester Niederschläge auf die Leitungen, Massnahmen, um dadurch bewirkten Leitungsschäden vorzubeugen. ETZ, 64(1943)29/30, 29. Juli, S. 397—400.
- 621.315.337.4. *Die Durchschlagsfestigkeit isolierter Drähte als statisches Problem.* Von E. Greulich. Fehler und Streuung bei umspannenen Lackdrähten, Feststellung von

Güteunterschieden nach der Fehlertheorie, Verdrillverfahren, nichtumspannene Lackdrähte, Anzahl der Einzerversuche. 27 Abb., 7 Taf., Arch. Elektrotechn., 37(1943)5, 31. Mai, S. 221—240.

- 621.315.337.4. *Dielektrische Verluste von Lackdrähten.* Von K. Pothoff und R. Müller. Beschreibung eines einfachen Verfahrens, Lackdrähte für dielektrische Verlustmessungen vorzubereiten und die Verluste in Abhängigkeit von mehreren Veränderlichen zu messen. 18 Abb., ETZ, 64(1943)37/38, 23. Sept., S. 503—507.
- 621.315.35.029.5. *Der Rohrdraht als Hochfrequenzleitung.* Von L. Rohde. Herstellungs-Verfahren des Rohrdrahtes, Dämpfungsanteile von Innen-, Aussenleiter und Dielektrikum in Abhängigkeit von der Frequenz für eine 8- und 16-mm-Rohrdrahtleitung, Ergebnis der Dämpfungsmessung an einer 8-mm-Rohrdrahtleitung mit verschiedenen Aussenleitern. 15 Abb., Hochfrequenztechn. u. Elektroakust., 62(1943)1, Juli, S. 1—6.
- 621.315.511. *Schaltleitungen aus Stahlkupferdraht.* Von E. Goedicke. Eigenschaften von Stahlkupferdrähten mit einer Kupferauflage von 30 Gewichtsprozenten und einem Aussen-durchmesser von 0,4 bis 3,0 mm. 2 Abb., 1 Taf., ETZ, 64(1943)29/30, 29. Juli, S. 396—397.

Die Bibliothek der Eidg. techn. Hochschule besorgt gegen mässige Gebühren Zusammenstellungen technischer Literatur über bestimmte Fragen, sowie Beratungen in allen technisch-literarischen Angelegenheiten.