

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 55 (1964)
Heft: 8

Rubrik: Commission Electrotechnique Internationale (CEI)

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 17.05.2025

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

Beläge gleich gut sind für die Beleuchtung. Ich glaube aber, wir sollten einmal ein Gutachten von einer wirklich neutralen Stelle veranlassen. Nach meinen persönlichen Empfindungen, wie ich Ihnen gesagt habe, ist der Bitumen heute einfach zu dunkel. Für die Anschlußstellen, diesen bescheidenen Teil, für den wir heute die Beleuchtung verlangen, sehe ich nicht ein, wieso der dunkle Bitumen besser sein sollte als der Beton.

Ich kann auch die Bemerkung von *J. Richter* über die Unfälle nicht ohne weiteres hinnehmen. Die allgemeinen statistischen Zahlen beweisen, dass in der Nacht mehr Unfälle passieren und dass eine Beleuchtung 30 % Reduktion dieser Unfälle erzielen kann. Die Ermüdung, der Alkohol und der «Drang zum Stall», der besteht auch bei Tageslicht. Das Tageslicht besteht ja

zu verschiedenen Zeiten. Manchmal hört es um 16.00 Uhr auf, manchmal erst um 20.00 Uhr, je nach Jahreszeit. Aber für jeden Automobilisten ist das Fahren mit den Scheinwerfern eine zusätzliche Belastung, und diese zusätzliche Belastung schafft zusätzliche Gefahrenelemente. Wenn wir deshalb postulieren, dass von einer gewissen Frequenz an eine ortsfeste Beleuchtung eingerichtet werden kann, ist das sicher bescheiden.

Ich möchte *J. Richter* das Kompliment machen, dass er sich grundsätzlich positiv zu dieser Beleuchtungsfrage einstellt. Ich glaube auch, dass die Eidgenossenschaft sich dazu positiv einstellen sollte. Die Wünsche der Benützer der zukünftigen Autobahnen sind nicht immer unvernünftig, auch wenn sie Geld kosten.



Cliché Boyer, Paris

PIERRE LOUIS DULONG 1785—1838

Der am 12. Februar 1785 in Rouen geborene Dulong kam schon mit 16 Jahren an die Ecole Polytechnique in Paris, wo er sich vorwiegend der Chemie widmete. Entgegen der Sitte nahm er jedoch nach dem Abschluss der Studien keine öffentliche Stellung an. Bei Untersuchungen über Sauerstoffverbindungen des Phosphors und des Stickstoffes, die 1812 zur Entdeckung des Stickstoffchlorides, eines Sprengstoffes, führten, verlor er ein Auge und 2 Finger. Um 1818 schreibt er zusammen mit Alexis-Thérèse Petit eine von der Académie preisgekrönte Arbeit über die Kältegesetze. Im darauffolgenden Jahr entsteht das bekannte Dulong-Petitsche Gesetz über die Konstanz der Atomwärme. Dann folgten Arbeiten über die Ausdehnungskoeffizienten von Gasen, flüssigen und festen Körpern. Das zunehmende Interesse für mechanische Antriebe veranlasste die Regierung im Jahre 1825 die Académie einzuladen, die wissenschaftlichen Unterlagen für die Dampfmaschine zu erarbeiten. Mit dieser Arbeit wurden dann Dulong und Arago betraut. Dulong, der seit 1823 selber Mitglied der Académie des Sciences war, wurde später Lehrer an der Ecole normale in Paris, 1830 Directeur des études an der Ecole Polytechnique und von 1832 an wirkte er als Professor der Chemie an der Faculté des Sciences. Er starb, 53jährig, am 19. Juli 1838 in Paris.

H. W.

Berichtigung

Bei einigen, den Kurzbiographien beigegebenen Portraits sind die Quellen der Bilder nicht angegeben worden. Sie seien hiemit nachgetragen:

Im Bulletin SEV 54(1963)1, S. 20: Jean-Baptiste Biot, 1774—1862, Photographie Giraudon, Paris.

Im Bulletin SEV 54(1963)3, S. 96: Lord Rutherford, 1871—1937, Photographie Central Office of Information, London.

Im Bulletin SEV 54(1963)16, S. 632: Henry Bessemer, 1813—1898, Photographie Central Office of Information, London.

Im Bulletin 55(1964)2, S. 61: Lucien Gaulard, 1850—1888, Photographie Archives Photographiques, Paris.

Commission Electrotechnique Internationale (CEI)

Tagung des CE 2, Machines tournantes, und seiner Sous-Comités SC 2A, Turbo-alternateurs, und SC 2G, Grandeurs des machines synchrones, vom 4. bis 10. Oktober 1963 in Leningrad, sowie der SC 2B, Dimensions des machines électriques tournantes, und SC 2H, Degrés de protection des enveloppes — Modes de refroidissement, vom 4. bis 8. November 1963 in Paris

CE 2, Machines tournantes

Die Sitzungen des CE 2 fanden unter dem Vorsitz seines Präsidenten, L. W. James (GB), vom 7. bis 10. Oktober 1963 in den Räumen des Elektromechanischen Institutes von Leningrad statt. 33 Delegierte aus 12 Ländern waren anwesend. Der Schwerpunkt der Diskussionen bildete die Revision der Publ. 34-1, Recommandations pour les machines électriques tournantes. Der Revisionsentwurf, Dokument 2(*Secrétariat*)428, der aus dem früheren französischen Vorschlag und den Beratungen von Bukarest resultierte, lag als Diskussionsgrundlage vor.

Das CE 2 genehmigte vorerst das Protokoll der Tagung vom 3. bis 6. Juli 1962 in Bukarest und nahm Kenntnis davon, dass das neue Sous-Comité 2H, Types d'enveloppes et méthodes de refroidissement, inzwischen gebildet wurde (vgl. den Bericht über das SC 2H). Es wurde ferner darüber orientiert, dass das Comité Technique 43 (TC 43) der ISO, Acoustique, eine Arbeitsgruppe eingesetzt hat, die den Auftrag erhielt, allgemeine Regeln zur Messung von Geräuschen an Maschinen aufzustellen. An dieser Arbeitsgruppe ist die Schweiz neben Frankreich, Deutschland, Schweden, England und USA aktiv beteiligt. Nachdem dann ent-

sprechende Empfehlungen des TC 43 der ISO vorliegen, wird das CE 2 entscheiden, ob es diese für den Bereich rotierender elektrischer Maschinen annehmen will, mit den dafür nötigen Grenzen, die dann noch festzusetzen wären.

Da das SC 2D, Pertes et Rendement, im Augenblick eines Präsidenten entbehrt und dieses sich nicht veranlasst fühlte, zur Beratung eines einzigen Dokumentes eine Sitzung abzuhalten, wurden im Einverständnis mit dem Präsidenten des CE 2 das Dokument 2D(*Secrétariat*)4, Projet d'Annexe III à la Publ. 34-2, établi par le Secrétariat en vue de traiter de la mesure des pertes par la méthode calorimétrique, und die dazu eingegangenen Stellungnahmen von 10 Nationalkomitees auf die Traktandenliste des CE 2 gesetzt. Die französische Delegation kündigte jedoch ihre in Vorbereitung befindlichen Vorschläge für Änderungen und Ergänzungen zur Publ. 34-2 an, welche die Verlustmessung nach der kalorimetrischen Messmethode enthalten. Sie beantragte, die Diskussion zu vertagen bis dieser Entwurf an die Nationalkomitees verteilt worden sei. Diesem Antrag wurde zugestimmt.

Auf die zweckmässige Empfehlung des Präsidenten wurde die Arbeit dort fortgesetzt, wo sie in Bukarest aus Zeitgründen hatte abgebrochen werden müssen. Anschliessend sollten dann die Kapitel durchberaten werden, die gemäss den Beschlüssen von Bukarest revidiert worden waren, bevor schliesslich die Abschnitte 2, Definitionen, und 3, Betrieb und Nennbetrieb, in Angriff genommen wurden.

Einige Unklarheit herrschte über den Begriff des Kühlmediums und ob dazu das Kühlwasser für direkt gekühlte Maschinen zu zählen sei. Die russische Delegation schlug vor, Bestimmungen über direkt gekühlte Maschinen in einer separaten Publikation zu behandeln. Eine Abstimmung zeigte jedoch, dass die grosse Mehrheit es vorzieht, die Empfehlungen über direkt gekühlte Maschinen in die Publ. 34-1 aufzunehmen. Ein entsprechender Entwurf wird vom SC 2A erwartet. Dem französischen Vorschlag, eine obere Grenze von 25 °C für Kühlwasser festzulegen, stand der russische von 30 °C gegenüber und gemäss Abstimmung wird nun vorausgesetzt, dass die Wassertemperatur bei Maschinen, die mit wassergekühlten Luft- oder Gaskühlern versehen sind, beim Kühlereintritt nicht höher als 25 °C ist. In Bezug auf die Erwärmung wurde beschlossen, einen bulgarischen Vorschlag abzuwarten, der noch vor der nächsten Sitzung des CE 2 an alle Nationalkomitees verteilt werden soll.

Die schweizerischen Vereinfachungsvorschläge in Bezug auf Überschreitung der Erwärmungsgrenzen bei Spannungsänderungen während des Betriebs, bzw. auf die Reduktion der Erwärmungsgrenze für Statorwicklungen bei Maschinen von mehr als 11 kV Spannung fanden keinen Anklang. Hingegen wurden die Wünsche bezüglich der Temperaturmessung des Kühlmittels während der Prüfung der Maschine angenommen und die Ziffer unserem Vorschlag gemäss redigiert. Auch wurde der Antrag genehmigt, bei einem Wert von 2 °C Erwärmung pro Stunde das thermische Gleichgewicht als erreicht zu betrachten und zwar für alle Maschinengrössen. Anlässlich der Sitzungen von Bukarest war der schweizerische Wunsch, die zulässigen Werte bei Angabe der Erwärmung bezüglich Kaltwasser (25 °C) gegenüber derjenigen bezüglich Kaltluft (40 °C) und 15 °C statt nur um 10 °C zu erhöhen, mit einer wenig plausiblen Begründung abgelehnt worden.

Die Ablehnung des erneuten Vorschlages wurde diesmal damit begründet, dass bei der rein mathematischen Behandlung der Rechnung die mögliche Verschmutzung des Kühlers nicht berücksichtigt würde und dass hier ein gewisser Spielraum am Platz sei. Ein neuer russischer Vorschlag über Bezugstemperaturen bei Maschinen, die oberhalb 1000 m ü. M. betrieben werden, konnte nicht abschliessend behandelt werden. Der Vorschlag wird im neuen Revisionsentwurf den Nationalkomitees zum Studium vorgelegt werden.

Beim minimalen Drehmoment während des Anlaufs wurde zwischen Maschinen mit und ohne Polverbindungen unterschieden. Diese Unterscheidung war offensichtlich unklar. Deshalb wurde beschlossen, drei Möglichkeiten auseinanderzuhalten:

- a) Dreiphasenmotoren mit einer *einzig*en Drehzahl
- b) Einphasenmotoren
- c) Dreiphasenmotoren, die mit mehreren Drehzahlen betrieben werden können, und Wechselstrom-Kommutatormaschinen.

Als Faktoren wurden die Werte $0,5 \times$ Nenndrehmoment für kleine Maschinen und $0,3 \times$ Nenndrehmoment für grosse Maschinen und für Einphasenmotoren festgelegt. Maschinen mit mehreren Drehzahlen hingegen werden gemäss speziellen Vereinbarungen behandelt.

An der Sitzung des CE 2 in Bukarest war eine Arbeitsgruppe «Terminologie» gebildet worden mit dem Auftrag, einige Definitionen zur Verwendung in Publ. 34-1 zu entwerfen. Zu diesem Zweck hatte im Frühjahr 1963 in Genf eine Sitzung stattgefunden, an der bedauerlicherweise der russische und der englische Delegierte nicht teilnehmen konnten. Der an jener Sitzung aufgestellte Entwurf wurde den Nationalkomitees mit Dokument 2(*Secrétariat*)427 vorgelegt und in Leningrad diskutiert, wo leider auch mit grösster Anstrengung keine Einigung erzielt werden konnte. Deshalb wurde beschlossen, die Abschnitte 2, Definitionen, und 3, Betrieb und Nennbetrieb, an einer Sitzung zu behandeln, die möglichst bald, d. h. im Frühjahr 1964 stattfinden soll, bevor ein neuer kompletter Revisionsentwurf der Publ. 34-1 redigiert und verteilt werden kann.

M. Schnetzler

SC 2A, Turbo-Alternateurs

Am 4. und 5. Oktober fanden in Leningrad die Sitzungen des SC 2A, Turbogeneratoren, unter dem Vorsitz seines neuen Präsidenten, V. J. Vickers, statt. Von einer Arbeitsgruppe waren Regeln für Turbogeneratoren mit direkt durch Wasserstoff oder Flüssigkeit gekühlten aktiven Teilen ausgearbeitet worden, als Zusatz zur Publ. 34-3 der CEI, Valeurs nominales et caractéristiques des turbo-alternateurs triphasés à 50 Hz. Im Laufe der Untersuchungen ergab sich, dass der bestehende Teil III der Publ. 34-3 geändert und mit den ursprünglich nur für Turbogeneratoren mit flüssigkeitsgeköhlten Wicklungen vorgesehenen zusätzlichen Regeln kombiniert werden müsste. Es erwies sich auch als notwendig, für die so gekühlten Maschinen zusätzliche Erwärmungsvorschriften in die Publ. 34-1 aufzunehmen. Diese im Dokument 2A(*Secrétariat*)8 enthaltenen Vorschläge wurden vom SC 2A durchbesprochen. Es ergaben sich dabei sovieler Änderungen, dass sich eine Neufassung des Vorschlages aufdrängte. Diese wird vom Sekretariat des CE 2 ausgearbeitet. Wohl die wichtigste Änderung, die das SC 2A am bestehenden Entwurf vornahm, ist, dass statt der bisherigen Grenzerwärmungen nun Grenztemperaturen festgelegt wurden. Bei der nächsten Besprechung des Dokumentes, deren Datum noch nicht bestimmt ist, sollte dann der Beschluss möglich sein, die neue, verbesserte Fassung zur Veröffentlichung unter der 6-Monate-Regel vorzuschlagen.

O. Hess

SC 2B, Dimensions des machines électriques tournantes

Das SC 2B tagte unter dem Vorsitz seines Präsidenten, Prof. F. Dahlgren, vom 4. bis 6. November 1963 in Paris. Die Sitzung wurde durch eine Minute des Schweigens zu Ehren des verstorbenen schweizerischen Delegierten, Obering. W. Jaggi, eröffnet. Die Teilnehmer nahmen von der Änderung des Titels des SC 2B von «Elektromotoren» in «Rotierende elektrische Maschinen» und damit auch von der Erweiterung des Arbeitsgebietes Kenntnis. Mit dem Dokument 2B(*Secrétariat*)37 stand ein Vorschlag des Sekretariates bezüglich der Lage des Klemmenkastens zur Diskussion. Unter der «Klemmenlage» wird die Mittellinie des Klemmenkastens verstanden. Als Standardlage für die Klemmen gilt der Sektor oberhalb der Maschinen-Mittellinie, zwischen der Horizontalen und der Vertikalen, ausnahmsweise bis 10° unter die Horizontale, links von der Nichtantriebsseite aus gesehen. Somit stimmt die bereits von der UK 2B getroffene Normung der Klemmenlage (rechts von der Antriebsseite aus gesehen) mit dem Beschluss des SC 2B überein. In den Empfehlungen der CEI werden jedoch Bemerkungen es ermöglichen, auf Bestellung hin auch die entgegengesetzte Klemmenlage zu verlangen, sowie die Zuführung des Kabels von allen vier Seiten her zu gestatten. Auf eine achsiale Lage des Klemmenkastens konnte man sich nicht einigen. Für Flanschmotoren ohne Fuss ist die Lage der Klemmen frei. Dem Vorschlag betreffend Maschinen mit Flansch 2B(*Secrétariat*)39, Tolérances de faux-rond du bout d'arbre et tolérances de concentricité et de perpendicularité de la bride, wurde zugestimmt mit Ausnahme der Toleranzen der normalen Genauigkeit für Zen-

trierung und Rechtwinkligkeit. Über diese noch umstrittenen Toleranzen wird das SC 2B noch eine Umfrage verteilen.

Die oberste Grenze der Spannung wurde bei der Revision der Publ. 72-1 der CEI von 600 V auf 660 V erhöht. Ausserdem wird das Sekretariat die Erweiterung auf ein zweites Wellenende ausarbeiten. Die Masse für Wellenende, Keil und Keilbahn wurden auf den neuesten Stand der Beschlüsse der Comités Techniques 14, Bouts d'arbre, und 16, Claretage, der ISO gebracht. In den Revisionsentwurf der Publ. 72-2 der CEI wurden die Flansche F 55, F 65 und F 1080 neu aufgenommen. Die Masse der Befestigungslöcher S wurden unserem Vorschlag entsprechend den Empfehlungen der ISO angepasst.

J. G. Hartmann

SC 2G, Grandeurs des machines synchrones

Das SG 2G tagte vom 7. bis 9. Oktober 1963 unter dem Vorsitz seines Präsidenten, Prof. L. G. Mamikonians, in Leningrad. In den Sitzungen wurden der 3. Entwurf, 2G(Secrétariat)7, Méthodes pour la détermination à partir d'essais des grandeurs des machines synchrones, sowie Vorschläge einer Arbeitsgruppe über Definitionen von Reaktanzen, Zeitkonstanten usw. durchberaten. Es wurde vereinbart, den Entwurf nach Ausführung der beschlossenen Änderungen dem CE 2 zur Verteilung unter der 6-Monate-Regel vorzuschlagen. Die entsprechenden Empfehlungen würden dann als Publ. 34-4 der CEI veröffentlicht. Diese werden Prüfmethode aller wichtigen Grössen von Synchronmaschinen, einschliesslich ihrer Definitionen, enthalten.

Eine Rundfrage über die Zweckmässigkeit der Definitionen von Kurzschlußströmen im bestehenden «Vocabulaire Electrotechnique Internationale» (VEI), sowie unter anderem über die Festlegung der Längs- und Querachsen konnten nicht abgeschlossen werden. Das Sekretariat des SC 2G wurde gebeten, einen weiter ausgearbeiteten Fragebogen mit definitiven Vorschlägen erneut zu verteilen.

Das Sekretariat hat in Weiterführung der Arbeiten des SC 2G Vorschläge über Ermittlungsmethoden der weniger oft gebrauchten charakteristischen Grössen von Synchronmaschinen ausgearbeitet, zu denen zur Zeit von den Mitgliedern des Sous-Comités auf dem Korrespondenzweg Stellung genommen wird. Zu diesem neu herauszugebenden Dokument wird anlässlich der nächsten Sitzung des SC 2G, die im Jahr 1965 vorgesehen ist, Stellung genommen.

Das CE 2 soll gebeten werden, die von der Arbeitsgruppe des SC 2G geschaffenen Definitionen dem CE 1, Nomenclature, zur Aufnahme im VEI vorzuschlagen.

O. Hess

SC 2H, Degrés de protection des enveloppes — Modes de refroidissement

Das SC 2H hielt vom 6. bis 8. November 1963 in Paris seine ersten Sitzungen seit seiner Gründung im Juli 1962 ab. Der vom Sekretariat vorgeschlagene Präsident des Sous-Comités, G. Kloss (Deutschland), dessen Wahl anlässlich der kommenden Sitzung des CE 2 bestätigt werden muss, eröffnete die Sitzung, die von 30 Delegierten aus 13 Ländern besucht war. R. Michoudet (Frankreich) amtierte als Sekretär. Zu Beginn der Sitzung wurde eine Änderung an der Bezeichnung des SC 2H vorgenommen, das vom CE 2 vorläufig mit «Types d'enveloppes et méthodes de refroidissement» benannt worden war. Entsprechend der neuen Bezeichnung des SC 2H wurde beschlossen, die Arbeiten für Schutzarten einerseits und Kühlmethode andererseits zu trennen und parallel voranzutreiben. Das Resultat wird dann auch die Veröffentlichung zweier getrennter Empfehlungen der CEI sein.

Das Dokument 2H(Secrétariat)1, der erste Entwurf für Empfehlungen über Schutzarten und Kühlmethode, wurde in der Folge durchberaten, beginnend mit den Schutzarten. Man beschloss, beim Studium der Schutzarten für rotierende elektrische Maschinen die bereits bestehende Publ. 144 der CEI, Schutzarten für Niederspannungs-Schaltapparate, zu konsultieren und die dortigen Buchstaben- und Zahlensysteme möglichst zu übernehmen. Der Sinn der Symbole soll wenn möglich in der zu schaffenden Empfehlung derselbe sein wie in der bestehenden Publ. 144, jedoch wird es unumgänglich sein, einzelne Schutzarten wegzulassen, zu ändern oder andere hinzuzufügen. Die Diskussion über die Schutzarten nahm zwei Tage in Anspruch und bildet die Grundlage für einen zweiten Entwurf. Die Delegationen waren relativ wenig vorbereitet, prinzipielle Fragen zu beantworten und empfanden Detailfragen als verfrüht. Die einzige ausführliche Stellungnahme war von der Schweiz mit Dokument 2H(Suisse)1 eingereicht und in einzelnen Punkten entweder direkt genehmigt oder weiterem Studium überwiesen worden. Der logische, umfassende Aufbau unserer Vorschläge wurde mehrfach anerkennend erwähnt.

Zur Besprechung der Kühlmethode, die Gegenstand einer separaten Empfehlung sind, blieben nur noch ungefähr zwei Stunden übrig. Der schweizerische Vorschlag, dem ein sehr einfacher Schwedens gegenüberstand, konnte ausführlich vorgebracht werden. Das SC 2H beschloss, diesen vorläufig gekürzten Vorschlag, der leider den Nachteil hat, zu umfangreich zu sein, als Basis für die Redaktion eines Sekretariatsentwurfes zu verwenden.

R. Walser

Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

Verlustfaktor als Alterungskriterium bei Isolierölen

621.315.615.23.001.4

[Nach R. A. Lipstein und E. N. Stern: Verfahren zur Bestimmung der Neigung von Ölen zur Erhöhung des Tangens des dielektrischen Verlustwinkels bei Alterung, Elektrotechnika 34(1963)12, S. 19...22]

Dielektrische Verluste im Transformatorenöl werden gewöhnlich durch Ionenleitfähigkeit und Kataphorese erklärt; deshalb wird das Ansteigen des $\tan \delta$ bei der Ölalterung mit steigender Konzentration der dissoziationsfähigen Oxydationsprodukte in Zusammenhang gebracht. Hievon ausgehend ist ein Verfahren zur Beurteilung der chemischen Stabilität von Ölen nach der Änderung des $\tan \delta$ durch künstliche Alterung vorgeschlagen worden (CIGRE 1958, Bericht Nr. 137). Andererseits hat eine Reihe von Autoren auf das Fehlen eines Zusammenhanges zwischen dem Wert des $\tan \delta$ und der Neutralisationszahl im Verlaufe der betrieblichen Alterung von Ölen hingewiesen.

An kleinen Transformatoren wurden im Versuchsfeld systematische Untersuchungen über die Abhängigkeit des $\tan \delta$ von anderen physikalisch-chemischen Öleigenschaften sowohl im Ausgangszustand als auch im Verlaufe der Alterung durchgeführt. Es wurden mehr als 40 Muster von Transformatorenölen verschiedener Herkunft und Gewinnungsverfahren, mit und ohne Zusätze untersucht, wobei die Werte des $\tan \delta$ in Abhängigkeit verschiedener physikalisch-chemischer Eigenschaften nach 750 h Alterung betrachtet wurden.

Aus den Ergebnissen dieser Untersuchung ist eine allgemeine Tendenz zur Erhöhung der $\tan \delta$ -Werte ersichtlich, die im Verlaufe der Alterung mit dem Ansteigen verschiedener Eigenschaftswerte einhergeht. Die Streuung der Messpunkte ist indessen so gross, dass eine systematische Auswertung praktisch nicht möglich ist.

Die chemische Zusammensetzung (ausgedrückt durch den Kohlenstoffgehalt der Aromaten-Ringe und durch den Refraktions-Koeffizienten) und der $\tan \delta$ -Wert des Neuöles scheinen am wenigsten für die $\tan \delta$ -Änderung im Verlaufe der Alterung massgebend zu sein. Es ist auch kein ausgesprochener Zusammenhang zwischen dem $\tan \delta$ -Wert und dem Säuregehalt der Öle nach der Alterungsprüfung festzustellen. Etwas deutlicher scheint ein Zusammenhang des $\tan \delta$ -Anstieges mit der Zunahme des Schlammgehaltes während der Alterung hervorzutreten.

Die gewonnenen Ergebnisse stimmen mit bekanntgewordenen Ansichten überein, wonach der $\tan \delta$ -Wert von Transformatorenölen bei 50 Hz durch die elektrophoretische Leitfähigkeit bestimmt wird, und dass die Ionenleitfähigkeit praktisch nicht in Erscheinung tritt. Die elektrophoretische Leitfähigkeit wird durch die im Betriebe sich bildenden kolloidalen Teilchen bedingt. Als solche Kolloide kommen in Frage: Bestandteile von Lacken und von alten Schlammresten; Seifen, die bei der Reaktion saurer Alterungsprodukte mit den Metallen im Transfor-