

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 41 (1950)
Heft: 16

Artikel: Die Bedeutung von Spannungsprüfungen für die Beurteilung von Isolierölen
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1061266>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 17.02.2026

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

der Säurezahl zeitlich stark voraus und hat nur in jenen Spezialfällen eine Bedeutung, wo es sich darum handelt, Alterungserscheinungen festzustellen, welche durch eine Säurezahlbestimmung noch nicht erfasst werden können, was praktisch selten von Bedeutung ist.

3. Eigenschaften, welche sich während der normalen Alterung nur unmerklich ändern

sind: Spezifisches Gewicht, Viskosität, Flammpunkt, Stockpunkt und dielektrische Festigkeit. Diese Eigenschaften sind nicht geeignet, über die Alterung eines Transformatorenöls Auskunft zu geben.

Die *künstliche Alterung von gebrauchten Ölen* hat nur in ganz besonderen Fällen einen Sinn, da für die Auswertung der Resultate keine Bezugswerte angegeben werden können; diese existieren nur für die Alterungen, welche von neuem Öl ausgehen.

Bei der *Probenahme* ist zu vermerken, ob das Öl dem Transformator direkt, und allenfalls im betriebswarmen Zustand, entnommen wurde, ferner ob die Probe oben, unten oder allenfalls nach Umwälzung oder Filtration entnommen wurde. Die Proben sollen 500...1000 cm³ betragen.

Zur endgültigen Entscheidung über einen Ölwechsel müssen neben den analytischen Daten, von denen die Bestimmung der Säurezahl die erste Beurteilung ermöglicht, unbedingt noch folgende *betriebsstechnische Daten* berücksichtigt werden: Resultat der Inspektion, Schlamm auf den Wicklungen, Schlamm oder sogar Wasser und Rostansammlungen am Boden, mechanische Festigkeit der Wicklungen, Qualität und Alterungsergebnisse der Öle im Neuzustand. Besonders wichtig ist, ob das Öl im Neuzustand den Regeln des SEV ent-

sprochen hat, oder ob es sich um eines der minderwertigen Öle handelt, die man z. B. während des Krieges verwenden musste; Betriebsalter des Öls, Betriebstemperatur und Betriebszeit des Transformators, voraussichtliche zukünftige Belastung, Wert und Betriebswert des Transformators, Kosten des Neuöls und Unkosten des Ölwechsels, Verwendungsmöglichkeiten des alten Öls, z. B. als Schalteröl oder zum Decken von Ölverlusten bei anderen gebrauchten Ölen (Öle, welche der Publ. Nr. 124 des SEV entsprechen, können im allgemeinen gemischt werden, wobei zu beachten ist, dass ein altes Öl durch Zugabe von Neuöl nicht verbessert werden kann); Möglichkeiten des Ölwechsels gleichzeitig mit Reparaturen und Revisionen, die aus anderen Gründen ausgeführt werden müssen.

Die vorstehenden Überlegungen zeigen, dass die Frage der Beurteilung von gebrauchten Ölen aufs engste mit den lokalen betriebstechnischen Verhältnissen verknüpft ist, welche unbedingt voll berücksichtigt werden müssen, und dass es daher keinen Sinn hat und nicht möglich ist, allgemein gültige Vorschriften über die Auswechslung von Ölen aufzustellen.

Das FK 10 des CES beschränkt sich auf die *Empfehlung, dass als Kriterium für die Alterung von Ölen der Verlauf der Kennzahlen, im besonderen derjenige der Säurezahl, zu verfolgen ist. Ihr Anstieg über 0,5 soll den Anlass bilden, weitere Untersuchungen einzuleiten, um unter Berücksichtigung der lokalen Verhältnisse, allenfalls unter Herbeiziehung von Fachleuten, darüber zu entscheiden, ob das Auswechseln des Öls ratsam ist, und wenn ja, den rationellen Zeitpunkt dafür zu bestimmen.*

Adresse der Autoren:

Korrespondenzen sind an Herrn Dr. M. Zürcher, Materialprüfanstalt des SEV, Seefeldstrasse 301, Zürich 8, zu richten.

Die Bedeutung der Spannungsprüfungen für die Beurteilung von Isolierölen

Mitgeteilt vom *Fachkollegium 10 des CES* (Isolieröle), Schweizerischer Elektrotechnischer Verein

621.315.615.2

Zur Kontrolle der Verwendbarkeit der Isolieröle in der Starkstromtechnik, besonders bei der Verwendung in Transformatoren, sind heute neben verschiedenen chemischen und physikalischen Prüfungen auch Spannungsprüfungen nach verschiedenen voneinander abweichenden Methoden im Gebrauch. Während über die Bedeutung der in den «Regeln für Isolieröle» (Publ. Nr. 124 des SEV) festgelegten physikalischen und chemischen Kennzahlen, vor allem in Verbindung mit der beschleunigten Alterung, weitgehend Klarheit herrscht, kommt es immer wieder vor, dass den Resultaten der Spannungsprüfungen eine Bedeutung zugemessen wird, welche diesen Grössen nicht zukommt, was oft Anlass zu Missverständnissen und falschen Interpretationen gibt.

Wissenschaftliche Untersuchungen zeigen, dass die Durchschlagspannung von Mineralölproben, welche frei sind von ungelösten Verunreinigungen, weitgehend unabhängig von der chemischen Zusammensetzung des Öls ist und in der Grössenordnung von 300 kV/cm liegt. Diese Zahl wird wesentlich erniedrigt, wenn das Öl kleinste Fremdkörper enthält, z. B. feine Fasern, suspendierte Wassertropfchen, Ölschlamm usw. Je nach ihrer Art verhalten sich diese Verunreinigungen verschieden bei kurzzeitigen oder lange dauernden Spannungsprüfungen. Einem Spezialisten ist es möglich, aus diesem Verhalten wichtige Schlüsse, besonders über den Reinheitszustand eines Öls, zu ziehen, weshalb solche elektrische Prüfungen wertvolle Dienste leisten können. Doch ist dabei grösste Vorsicht am Platze,

denn die verschiedensten Faktoren spielen hier eine massgebende Rolle, vor allem allein schon die Probenahme. Der Fachmann wird dem vorgesehenen Zweck entsprechend die geeignete Spannungsprüfung wählen.

Die «Regeln für Isolieröl» des SEV sehen eine Dauerspannungsprüfung vor. Das Öl wird dabei in einer genormten Anordnung bei einer Elektrodenabstand von 5 mm mit einer Spannung von 30 kV, entsprechend einer Feldstärke von 60 kV/cm, beansprucht. Dabei gilt die Prüfung als bestanden, wenn während 30 min kein vollständiger Durchbruch stattfindet, und wenn während der letzten 5 min keine Teilentladungen festgestellt werden. Nach den seit der Ausgabe der Regeln für Isolieröl im Jahre 1936 gemachten Betriebserfahrungen hat sich gezeigt, dass diese Spannungsprüfung den Anforderungen der Praxis so gut wie möglich nachkommt. Sie reagiert speziell auf sehr feine, in grosser Zahl vorhandene Schwebeteilchen, während sie gegenüber zufälligen, vereinzelt, kleinen Verunreinigungen wenig empfindlich ist.

In den Anforderungen an neues Isolieröl der «Regeln für Isolieröl» (Publ. Nr. 124 des SEV) ist die Einhaltung der SEV-Spannungsprüfung nicht verlangt. Der Grund dafür liegt in der Tatsache, dass alle Durchschlagsspannungsprüfungen — auch

diejenige des SEV, wie soeben erklärt wurde — praktisch keine Rückschlüsse auf die Qualität des Öls zulassen, sondern lediglich über den momentanen Reinheitszustand des Öls orientieren. Es soll daher dem Ermessen des Betriebsmannes überlassen werden, wie weit die Einhaltung einer Ölreinheit, die die Einhaltung einer Spannungsprüfung, z. B. derjenigen des SEV, erlaubt, angezeigt erscheint. In diesem Zusammenhang ist unbedingt zu betonen, dass eine unnötige Schärfe zu vermeiden ist, und die gestellten Anforderungen in Berücksichtigung der Konstruktionsart des Apparates den vorhandenen Betriebsbedingungen angepasst werden sollen.

Ferner sei noch darauf hingewiesen, dass Spannungsprüfungen keine eindeutigen Rückschlüsse auf den Alterungszustand des Öls gestatten.

Auf Grund der oben angeführten Feststellungen empfiehlt das FK 10 des CES,

1. nach wie vor für die Normallieferung von neuem Öl keine Spannungsprüfung zu verlangen,
2. für die Abnahme von vorbehandelten Ölen einzig die Spannungsprüfung nach den Regeln des SEV durchzuführen.

Adresse der Autoren:

Korrespondenzen sind an Herrn Dr. M. Zürcher, Materialprüfanstalt des SEV, Seefeldstrasse 301, Zürich 8, zu richten.

Eisenverluste im elliptischen Drehfeld

Von Joseph Ben Uri, Tel Aviv (Israel) *)

621.3.013.23 : 621.3.017.3

Obwohl die Berechnung der Eisenverluste elektrischer Maschinen mit elliptischen Drehfeldern heute weniger von Bedeutung scheint als zu Anfang des Jahrhunderts, als man viele einphasige Kollektormaschinen baute, bietet sie trotzdem noch Interesse für Erbauer von Einphasen-Asynchronmotoren und von Bahnmotoren. Auch für die Konstrukteure von Dauermagneten für Lautsprecher und von Drosselspulen wird eine Berechnung der Hysteresisverluste erwünscht sein, die einer endgültigen Lösung näher rückt, als es die Angaben von Radt tun. Der Autor gibt eine mathematische Ableitung an, die verhältnismässig einfach zu dem von ihm angestrebten Ziel führt.

De nos jours, le calcul des pertes dans le fer des machines à champs tournants elliptiques a moins d'importance qu'au début de ce siècle, lorsque l'on construisait de nombreuses machines monophasées à collecteur. Il offre néanmoins de l'intérêt pour les constructeurs de moteurs asynchrones monophasés et de moteurs de traction. Un calcul des pertes par hystérésis est également utile pour les constructeurs d'aimants permanents, car il fournit des résultats plus précis que les données de Radt. L'auteur indique une formule qui permet d'atteindre d'une manière relativement simple le but proposé.

Die Berechnung der Eisenverluste elektrischer Maschinen mit elliptischen Drehfeldern ist ein ziemlich kompliziertes Problem. Am Anfang des Jahrhunderts war diese Frage von grosser Bedeutung, da man damals viele einphasige Kollektormaschinen gebaut hat. In den letzten Jahren werden meistens Drehstrom-Maschinen verwendet. Unser Problem ist aber noch von Interesse für Berechner von Einphasen-Asynchronmotoren und von Bahnmotoren. Die letztgenannten sind heute meist mit voller Ankerfeld-Kompensation ausgestattet, so dass der Anker in einem reinen Wechselfeld rotiert. Dies ist ein Grenzfall unseres Problems.

Die Aufgabe, die wir uns stellen, wurde 1910 von M. Radt [1¹⁾] ausführlich behandelt, und seine Ergebnisse hat E. Arnold in sein Standardwerk [5] übernommen. Der Verfasser gibt selbst zu, dass zwar die Berechnung der Wirbelstromverluste ziemlich genau sei, dass es ihm aber nicht gelungen

sei [6], für die Berechnung der Hysteresisverluste, eine theoretisch begründete Gleichung zu finden. Die durch ihn angegebene basiert auf experimenteller Erfahrung und dürfte zweifelhaft sein. Es ist in Wirklichkeit kein Grund dafür vorhanden, dass die Kurven der Verlustfaktoren für Synchronismus unstetig sein sollen [7].

Das Problem ist sehr kompliziert; daher möchte ich nur versuchen, der endgültigen Lösung näher zu kommen. In Wirklichkeit müsste man in Betracht ziehen, dass das Feld nicht sinusförmig verteilt ist, und dass auch die Ströme nicht dem Sinusgesetz folgen, da man doch heute ziemlich hochgesättigte Maschinen baut. Wenn wir alle diese Faktoren berücksichtigen wollten, glaube ich nicht, dass es uns gelingen würde, jemals theoretisch begründete Formeln aufzustellen; daher wollen wir in vorliegender Arbeit wie üblich räumliche und zeitliche Sinusfelder annehmen. Unter dieser Bedingung dürften die Angaben von Radt für die Berechnung der Eisenverluste im Stator und auch für die Berech-

*) Eingang des Manuskriptes: 9. Dezember 1946.

¹⁾ Siehe Literaturverzeichnis am Schluss.