Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 79 (1988)

Heft: 5

Artikel: Aktuelle Probleme bei Leistungsformatoren : Bericht über das Kolloquium des CIGRE Study Committee 12 vom 6.-9. Oktober 1987 in Florenz

Autor: Schemel, G. / Kreuzer, J.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-904002

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: 09.12.2025

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

Pour conclure cette journée sur les possibilités futures, *R.K. Maix*, BBC, a exposé les efforts entrepris dans le domaine de la supraconductivité. Jusqu'au début des années 80, de nombreuses études et tests ont été effectués sur des prototypes de câbles supraconducteurs à haute tension refroidis à l'hélium liquide. Le résultat de cette recherche dans diverses institutions a montré que le seuil de rentabilité de tels câbles se situe à une puissance transmise de 2 à 5 GW. Il se posait par ailleurs de nombreuses questions sur la sécurité de fonctionnement et la durée de vie de telles liaisons comportant des systèmes complexes de réfrigération cryogénique. Ceci a contribué à un ralentissement des activités mondiales dans ce domaine. Cependant, la découverte récente d'une nouvelle classe d'oxydes supraconducteurs présentant des températures critiques de l'ordre de 100 K permet de nouveaux espoirs pour un transport d'énergie fiable et économique.

Table ronde

Une table ronde sur le thème «Le XXIe siècle sans lignes aériennes», animée par *D. Favre* de la Radio Suisse romande, a clôturé ces journées. Des représentants des milieux politiques, économiques, écologiques et techniques ont pris part aux discussions sur la généralisation de nouvelles liaisons à très haute tension au moyen de câbles souterrains. Malgré les divergences d'opinion attendues, l'ensemble des participants à la table ronde se rejoignait pour admettre que le problème n'était pas tellement d'ordre technique mais plutôt d'ordre financier. Il existe plusieurs solutions, mais à quel prix? Une pesée des intérêts doit se faire. La capacité du consommateur à admettre un accroissement des coûts de l'énergie n'a pas pu être établie au vu de la divergence des avis exprimés. Par contre, il est apparu très clairement que la décision finale était du ressort des milieux politiques, compte tenu de l'importance sociale de l'énergie électrique. La fiabilité, la qualité et la disponibilité de l'approvisionnement en énergie ne devraient en aucun cas être réduites. Les fournisseurs d'équipements ont exprimé le souhait que s'établisse une coordination accrue entre les divers milieux concernés afin de préparer dès maintenant les solutions du futur.

Conclusions

Selon plusieurs témoignages reçus, ces journées ont connu un grand succès et ont contribué à informer objectivement le public sur l'état actuel de la technique et les possibilités futures dans le domaine du transport d'énergie électrique. De plus, la possibilité d'échanges d'idées avec des personnalités suisses et étrangères très compétentes en la matière a été fort appréciée par les conférenciers et les participants.

Aktuelle Probleme bei Leistungstransformatoren

Bericht über das Kolloquium des CIGRE Study Committee 12 vom 6.–9. Oktober 1987 in Florenz

An diesem Kolloquium wurden die folgenden Vorzugsthemen behandelt:

1. Verluste in Transformatoren und Drosselspulen; Diskussionsleitung: *R. Beaumont* (AUS)
2. Aspekte der Umweltbelastung durch Transformatoren und Drosselspulen; Diskussionsleitung: *H. Kan* (J)

Ausserdem stand ein Zusatzvortrag über Schäden an netzseitig gespeisten Maschinentransformatoren bei offenem Generatorschalter (Back-feeding condition) von *W.J. McNutt* (USA) im Programm sowie die Berichte der Working Groups.

Adresse der Autoren
G. Schemel, Dr. *J. Kreuzer*, ABB-Sécheron AG, 1211 Genève 21.

1. Verluste in Transformatoren und Drosselspulen

1.1 Verlustbewertung

W.D. Lampe (S) fasste die Einflussgrössen zusammen, von deren richtiger Einschätzung für die Zukunft eine korrekte Verlustbewertung abhängt:

- jährliche Benutzungsdauer
- Energiekosten, die stark ansteigen können, wenn neue Energiequellen erschlossen werden müssen
- zu erwartender Zinsfuss.

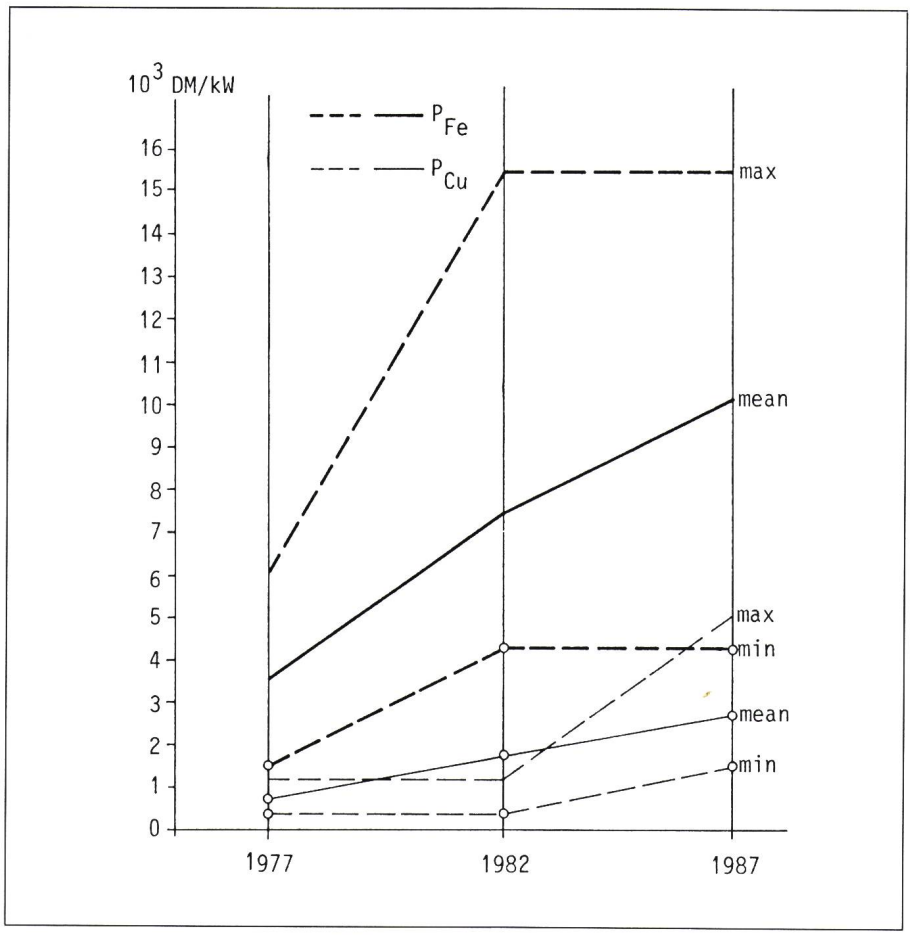
Bei Berücksichtigung der Verlustbewertung wird jeweils der Minimalwert folgender Beziehung gesucht:

$$CP = TP + K_0 P_0 + K_k P_k$$

CP	kapitalisierter Preis oder Vergleichspreis
TP	Transformator-Herstellkosten
P_0	Leerlaufverluste
P_k	Lastverluste
K_0	Verlustbewertung von P_0
K_k	Verlustbewertung von P_k

Anhand von Beispielen wurde gezeigt, dass bei steigender Verlustbewertung (K_0, K_k) die Transformatorherstellkosten zwar ebenfalls ansteigen (Auslegung für tiefere Verluste). Der kapitalisierte Preis CP des Transformators liegt wesentlich tiefer als der entsprechende Preis CP des optimalen Transformators bei Nullbewertung (K_0, $K_k = 0$).

Dies ist besonders ausgeprägt bei grossen Maschinentransformatoren mit gleicher Bewertung der Kupfer- und Eisenverluste (Beispiel: Bewertung \$ 5700.–/kW Verlustleistung; die Herstellkosten TP steigen um 33%, der kapitalisierte Preis CP liegt 24% tiefer als jener bei Nullbewertung). Bei Kuppeltransformatoren (z. B. Autoregulier-transformatoren) ist dieser Gewinn weniger spektakulär, nicht zuletzt deshalb, da hier üblicherweise die Leerlaufverluste etwa 3mal höher bewertet werden als die Lastverluste.



Figur 1 Verlustbewertung in der BRD während der letzten 10 Jahre
Nach *R. Baehr* (BRD)

In Schweden liegt die Leerlaufverlustbewertung heute bei etwa \$ 2000.– bis \$ 3000.–/kW und ist während der letzten 8 Jahre praktisch konstant geblieben.

Überhaupt ist die Verlustbewertung in den letzten 5 Jahren nur mehr schwach angestiegen bzw. sogar gefallen: Beispiele sind in Figur 1 und 2 dargestellt.

A.C. Hall (GB) betrachtete die Problematik der Verlustbewertung aus der Sicht des Betreibers, insbesondere wies er auf die grossen Unsicherheiten in der Voraussage des Lastfaktors und der Energiekosten über einen Zeitraum von 25 Jahren hin.

In der anschliessenden Diskussion wurden die Massnahmen zur Erzielung tiefer Verluste aufgeführt:

- Wahl besserer Magnetbleche: Hi-B-Bleche, Bleche mit Laser- bzw. Plasmabehandlung
- Dünnere Bleche: Übergang von 0,3- bzw. 0,27-mm-Blechen auf 0,23-mm-Bleche
- Verlustgünstigere Blechschnitte: Der sogenannte Step-lap-Schnitt bringt etwa eine 10%-Verlustreduktion (*G. Garcia*, F)
- Verminderung der Wicklungszusatzverluste durch vermehrten Einsatz von Drillleitern, die oftmals zur Erhöhung der mechanischen Kurzschlussfestigkeit mit Epoxy verstärkt werden (*S. Calabro*, I)
- Kesselabschirmungen (Saugbleche bzw. elektrisch leitende Auskleidungen); Unterteilung der Randblechpakete des Kerns, Vermeidung von Stahlkonstruktionen in der Nähe des Hauptstreufeldes usw.

1.2 Messung von Transformatorverlusten

S.P. Metha (USA) wies in seinem Vortrag auf die grossen Messunsicherheiten hin, die bei Lastverlustmessungen bei sehr geringem cos φ auftreten. Beispielsweise verursacht bei der Lastverlustmessung mit cos φ = 0,01 ein Wandlerwinkelfehler von nur 1 min einen Messfehler von 2,9%. Mit relativ bescheidenem Aufwand sind jedoch Messgenauigkeiten von 2–3% auch bei kleinerem cos φ erzielbar.

Bei Leerlaufverlustmessungen liegt der cos φ zwar wesentlich höher, dafür liegen die Probleme in der Wellenform der angelegten Spannung bzw. der Korrektur der gemessenen Werte auf Sinusform. Zudem spielt die Temperatur des Eisenkernes eine Rolle (Zusatzverluste).

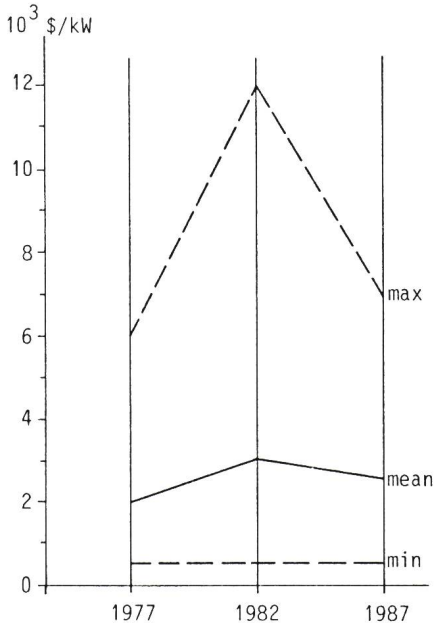
Mit dem Problem der Transformatorverlustmessung haben sich in den USA in letzter Zeit im Rahmen des IEEE-Transformer-Committee zwei Symposien beschäftigt. Insbesonders geht es um eine Revision der Paragraphen 8 und 9 der ANSI C57.12.90 (No-load and load losses measurements). Folgende interessante Änderungen wurden vorgeschlagen:

- Genauigkeitsspezifikationen für Strom-, Spannungs-, Leistungs-, Widerstands- und Temperaturmessungen
- Temperaturkorrektur für Leerlaufverluste und vorgeschlagene Referenztemperatur
- maximale Grenzwerte für die Korrektur infolge nichtsinusoidaler Wellenform
- maximale Grenzwerte für die Phasenwinkelkorrektur bei Messung von Lastverlusten
- Grenzwerte für Abweichungen in der Frequenz
- Dreiwattmeter-Methode bevorzugt für die Messung von Dreiphasentransformatoren

Im Laufe der anschliessenden Diskussion ging *A. Bossi* (I) auf die Fehler der heute erhältlichen einzelnen Komponenten ein:

- Präzisionsstromwandler: Übersetzung und Fehlerwinkel $\leqslant \pm$ 0,01%; bei 1000 Hz $\leqslant \pm$ 0,02%
- Präzisionsspannungswandler: Übersetzung und Fehlerwinkel $\leqslant \pm$ 0,01%; bei 500 Hz $\leqslant \pm$ 0,02%
- AC/DC-Umrichter:
  bei cos φ = 0,01 –1,5%
  bei cos φ = 0,05 –0,3%

Zusammenfassend kann bei Lastverlustmessungen bei cos φ = 0,01 mit einer mittleren Genauigkeit von ± 3% (maximal



Figur 2 Leerlauf-Verlustbewertung in den USA während der letzten 10 Jahre
Nach *M. J. McNutt* (USA)

± 5%) für Leerlaufverluste von ± 0,5% (maximal ± 0,8%) gerechnet werden.

J.W. Höppener (Kema, NL) gab bei tieferem cos φ für die Lastverluste ± 1,5% Fehler an, bei Leerlaufverlusten ± 0,5%

G. Schemel (CH) berichtete von der in der Schweiz üblichen Praxis, die in den Normen festgelegte Nulltoleranz für die Verluste mit einer «neutralen Zone» von ± 2% für Messungenauigkeiten zu ergänzen.

Für Verlustmessungen an Reaktoren soll möglichst die Brückenmessung Anwendung finden (*W. Stein*, BRD).

Verschiedene Wortmeldungen gab es zum Problem der Temperaturabhängigkeit der Eisenverluste. Aufgrund von Messungen (*J. Schmidt*, DDR; *W.D. Lampe*, S) kann mit einer Verlustreduktion von etwa 0,8% pro 10 K Temperaturerhöhung gerechnet werden, wobei sich die Temperaturerhöhung auf das umgebende Medium bezieht.

Ein weiterer Diskussionspunkt war die Zunahme der Leerlaufverluste nach der Stossprüfung. *W.D. Lampe* (S) berichtete von umfangreichen Untersuchungen von Asea an verschiedenen Fabrikationssorten. An manchen Fabrikationssorten wurden nach der Stossprüfung höhere Leerlaufverluste gemessen (etwa 1,5%), an anderen konnten keine Verlusterhöhungen festgestellt werden. Die Qualität der Blechbearbeitung ist also für die Erhöhung der Leerlaufverluste ausschlaggebend (Grate beim Schneiden). *W.J. McNutt* (USA) berichtete von ähnlichen Erfahrungen, zudem ist bei Hi-B-Blechen eine geringere Verlustzunahme festzustellen. Bei geglühten Blechen gibt es ebenfalls eine kleinere Verlustzunahme (*G. Preiniger*, A).

1.3 Einfluss von Harmonischen in Spannung und Strom

S. Crepaz (I) berichtete über den verlusterhöhenden Einfluss von Oberwellen auf Transformatoren und Drosselspulen. Wesentlich ist vor allem die Umrechnung von Lastverlusten, die im Prüffeld mit Sinusströmen gemessen wurden, auf Betriebsbedingungen mit Oberwellen, sowie die Rückrechnung von Leerlaufmessungen mit verzerrter Spannung (z.B. bei zu schwachem Prüfgenerator) auf Sinusbedingungen, wie sie üblicherweise in Netzen herrschen.

Stromoberwellen

Traditionsgemäss unterscheidet man bei den Lastverlusten die reinen Gleichstromverluste P_{DC} und die Streuverluste P_{str}.

$$P_{DC} = R_{DC} \cdot I^2_{eff}$$

$$I_{eff} = \sqrt{I^2_1 + I^2_3 + I^2_5 + \ldots}$$

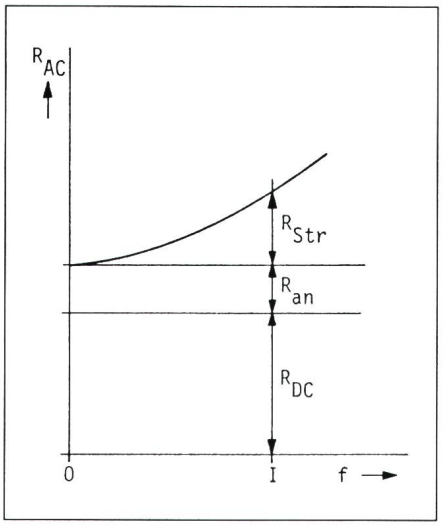
Während bei Anwesenheit von Harmonischen im Belastungsstrom P_{DC} unverändert bleibt, steigen die Streuverluste nach

$$P_{str} = n \cdot R_{str(n)} \cdot I^2_n$$

wobei $R_{str(n)}$ und I_n den Streuwiderstand bzw. den Strom der n-ten Oberwelle darstellen. Der Streuwiderstand steigt quadratisch mit der Frequenz bis zu etwa 200–500 Hz, darüber nimmt der Exponent stetig ab bis zu einem theoretischen Grenzwert von 0,5. Gemessen wurden Exponenten von etwa 0,8.

Infolge ihrer Stromabhängigkeit ist die Bestimmung dieser Streuwiderstände schwierig (z.B. Sättigung der Stromwege bei magnetischen Auskleidungen). Normalerweise wird der Streuwiderstand als die Differenz $R_{AC} - R_{DC}$ definiert. R_{DC} ist frequenzunabhängig und steigt mit der Temperatur; der Streuwiderstand nimmt mit der Frequenz quadratisch zu und sinkt mit der Temperatur. Dies ist richtig für Wicklungen allein; da aber prinzipiell alle Verluste, die von den reinen Gleichstromverlusten abweichen, als Streuverluste bezeichnet werden, müssen Umrechnungen auf andere Frequenzen bzw. Temperaturen zwangsläufig zu Fehlern führen.

R_{AC}-Messungen in Funktion der Frequenz zeigen deutlich (Fig. 3), dass die Differenz $R_{AC} - R_{str}$ einen konstanten Anteil R_{an} hat, ähnlich einem Gleichstromwiderstand; mit der praktischen Konsequenz, dass Verluste mit nichtsinusförmigen Strömen stets zu hoch gerechnet werden.



Figur 3 Wechselstrom-Widerstand in Abhängigkeit der Frequenz

R_{DC} Gleichstromwiderstand
R_{an} Widerstand der «anomalous losses»
R_{Str} Streuwiderstand

Oberwellen in der Spannung

Traditionsgemäss geht man davon aus, dass die Leerlaufverluste eines Transformators aus den Hysteresisverlusten (abhängig von maximaler Induktion und Frequenz) und den Wirbelstromverlusten (abhängig vom Effektivwert der Spannung) bestehen. Dem Autor *S. Crepaz* (I) erscheint es in diesem Falle notwendig, diesen beiden Komponenten einen zusätzlichen «Anomalous loss» hinzuzufügen, z.B. als additives Zusatzglied zu den Wirbelstromverlusten.

Bei Messungen unter nichtsinusoidalen Bedingungen wird eine Oberwellenanalyse der Spannung und des Flusses vorgeschlagen (Messungen stets an den Hauptschenkeln und nicht an allfälligen Rückschlussschenkeln).

Die anschliessende Diskussion befasste sich mit der Frage, ob die Verluste im Laufe der Betriebszeit ansteigen. Übereinstimmend wurde dies verneint.

2. Aspekte der Umweltbelastung

2.1 Geräusche

Leerlaufgeräusch: W. Stein/ E. Reiplinger (BRD) berichteten, dass zwischen den Hi-B-Blechen verschiedener Gradierung keine Geräuschunterschiede festgestellt wurden und dass über das Geräuschverhalten von Laserblechen noch keine eindeutigen Aussagen gemacht werden können. Hingegen wurde für Step-lap-Blechschnitte eine mittlere Geräuschreduktion von etwa 4 dB(A) festgestellt.

Betriebsgeräusche: Im Betrieb sind die Geräusche etwas höher, bedingt durch die vom Stromfluss herrührenden elektromagnetischen Kräfte (Vibrationen der Kesselwand, der magnetischen Auskleidung und der Wicklungen). Bei Nenninduktion <1,4 T ist das Betriebsgeräusch grösser als das Leerlaufgeräusch. Geräuscherhöhungen bei Betriebstemperaturen wurden bei Transformatoren mittlerer Leistung verschiedentlich festgestellt (vermutlich Änderung der Transformator-Resonanzfrequenzen mit der Temperatur), ebenso Geräuscherhöhungen infolge überlagerter Gleichstromkomponenten (z.B. Einschalten anderer Transformatoren).

Geräuschdämmung durch externe Massnahmen:

- Geräuschwände (am Kessel angebaut, Sandwich-Platten: −5 dB
- separate Dämmwände (−15 dB bis −30 dB)

Besonderes Augenmerk muss dem Kühlungsgeräusch geschenkt werden: für sehr tiefe Geräuschpegel, z.B. ONAN-Radiatorenbatterien (Beispiel: 300-MVA-Transformator, 51 dB(A) in 0,3 m Abstand); für forcierte Kühlung Verwendung von Ventilatoren mit geringer Drehzahl.

Geräuschmessung (Prüffeld und Betrieb):

Eine Methode, die es erlaubt, Umwelteinflüsse weitgehend zu eliminieren, die sogenannte Intensitäts-Messung (Sound intensity measuring method), gibt tiefere Werte als die klassische Methode nach IEC 551 (3–4 dB). Ferner gibt es heute Geräte, die es erlauben, Transformatorgeräusche bei Umweltpegeln höher als das Transformatorgeräusch zu messen.

Nach dem Einschalten im Betrieb wird ein etwa 10 dB höheres Geräusch gemessen, das erst nach Stunden abklingt. Betriebsgeräusche liegen oft höher als die im Prüffeld gemessenen Geräusche: etwa 1–3 dB (*T. Fogelberg*, S) bzw. bis zu 6 dB (*R. Baehr*, BRD).

2.2 Druckanstieg in Öltransformatoren bei innerem Fehler

In seinem Vortrag versuchte *Y. Miura* (J) die Druckverhältnisse im Transformator formelmässig zu erfassen. Unter Vernachlässigung des Ölaustrittes durch das Druckentlastungsventil gilt:

$$P(t) = \sqrt{0{,}25 + \frac{Q_g \cdot t}{A}} - 0{,}5$$

P = Druckanstieg [kg/cm²]
A = Ausdehnungskoeffizient des Kessels [cm²/kg]
Q_g = Gasbildungsrate [1/s]
t = Zeit ab Entstehung des Fehlers [s]

Die Gasbildungsrate durch den Lichtbogen wird mit 0,3–0,5 l/kWs Lichtbogenenergie angegeben (empirische Werte); der Ausdehnungskoeffizient des Kessels ist abhängig von der Grösse und Auslegung des Transformators (Beispiel 300-MVA-Transformator, 350–700 cm²/kg). Er nimmt stark zu, wenn der Druck so hoch wird, dass sich der Kessel plastisch verformt.

Des weiteren wird eine Formel für die Entlastungsfähigkeit des Druckentlastungsventils angegeben.

$$Q_r = \sqrt{\frac{2 \cdot 9{,}81\, P_K}{\gamma \cdot \zeta}} \cdot S \cdot 10^5$$

Q_r = Ölauswurf durch das Entlastungsventil [1/s]
γ = Spez. Gewicht von Öl [kg/m³]
ζ = Druckverlustkoeffizient (2–3)
S = Querschnitt des Druckentlastungsventil [m²]
P_K = Überdruck im Kessel [kg/cm²]

Ein Druckentlastungsventil mit 300 mm Durchmesser kann bei einem Überdruck von 2 kg/cm² nur 1000 l/s Öl auswerfen, dies entspricht einer sehr kleinen Lichtbogenleistung von 6 MW. Daraus geht klar hervor, dass bei einem schweren Fehler das Druckentlastungsventil den Kessel nicht vor einem Schaden schützen kann. Aus diesem Grund sind auch Schutzrelais von grösster Bedeutung, die raschmöglichst reagieren.

B. Hochard (F) empfiehlt eine Sollbruchstelle am Kessel, die so gewählt werden muss, dass dort keine Potentialdifferenz vorhanden ist (Gefahr von Entzündung des Öls).

2.3 Feuerschutz

Von norwegischer Seite wird Halon-Gas (Bromtetrafluoräthan) statt CO_2 als Löschgas vorgeschlagen; dagegen bestehen aber aus Gründen des Umweltschutzes Bedenken.

2.4 Wärmerückgewinnung

Grundprinzip: Transformator mit Wärmeaustauschern Öl/Wasser; das erwärmte Wasser wird zu Heizzwecken verwendet. Die Wirtschaftlichkeit derartiger Anlagen ist umstritten. Sie sind sicher unökonomisch bei Kuppeltransformatoren mit stark schwankenden Verlusten; bessere Erfahrungen liegen bei Maschinentransformatoren (DDR) bzw. Shuntreaktoren (CH) vor.

3. Schäden an netzseitig gespeisten Maschinentransformatoren bei offenem Generatorschalter

(Back-feeding condition)

W.J. McNutt (USA) berichtete von fünf in den letzten 1½ Jahren aufgetretenen Fehlern an Maschinentransformatoren in den USA, die sich alle unter denselben Umständen ereigneten (Back feeding). Alle Transformatoren hatten eine Oberspannung von 500 bzw. 750 kV mit dem in den USA üblichen reduzierten BIL, waren in Kernbauweise mit einer doppelkonzentrischen Wicklungsanordnung OS/US/OS ausgelegt und hatten alle als tiefste Eigenfrequenz der Windungen Werte von 9–16 kHz. Die Fehler waren in den meisten Fällen Überschläge zwischen der inneren und äusseren OS-Wicklung, oder es entstanden Durchschläge zu benachbarten Wicklungen.

Umfangreiche Studien von allen möglichen Schaltmanövern bzw. Fehlern konnten keine Erklärung über das Auftreten von derart hohen Überspannungen bringen, die zu obengenannten Defekten geführt hatten. Ein Nachweis der Spannungsfestigkeit durch Prüffeldversuche ist nicht gegeben, da einerseits keine kombinierten Versuche von transienter Überspannung zusammen mit Wechselspannung gemacht werden, anderseits die Unterspannung bei Werkprüfung immer starr bzw. niederohmig geerdet ist. Um diesen niederohmigen Anschluss auch unter «Feed-back»-Bedingungen zu erreichen, sind an der US-Seite des Maschinentransformators Kondensatorenbänke vorzusehen.

In der anschliessenden Diskussion wurde bestätigt, dass in praktisch allen europäischen Ländern Kondensatoren zum Schutz des Transformators bzw. Generators an der US-Seite vorgesehen werden. In der DDR werden Maschinentransformatoren generell mit geerdetem Schild zwischen OS und US ausgeführt.

4. Stand der Arbeiten

WG 12.09: Thermische Probleme in Transformatoren (J. Aubin, CDN)

Die Arbeiten konzentrieren sich auf Hot-Spot-Messvorrichtungen im Prüffeld und im Betrieb, wobei die Lichtleitertechnik am meisten erfolgversprechend ist. Hauptdiskussionspunkte sind die optimale Plazierung dieser Sonden, ihre Zuverlässigkeit und ihre mechanische Festigkeit.

WG 12.14.10: Converter-Transformatoren (H. Harrison, GB)

Hauptsächlich wurden Probleme der Prüfung diskutiert: Spannungsniveau CIGRE und IEEE für die Gleichspannungsprüfung, sowie «Umpolungsprüfung» (Reversal test).

WG 12.11: Fast transient in Transformatoren (W. Müller, BRD)

Die WG ist erst am Anfang ihrer Arbeit, Resultate liegen noch nicht vor.

Studien-Komitee (SC 12)

Neben dem Kommentar zur abgehaltenen Sitzung wurden die Aktivitäten der verbleibenden und zukünftigen Working Groups definiert bzw. die Verbindung zu den Nachbargruppen abgegrenzt.

An der CIGRE 1988 (28.8.–3.9.) in Paris findet der «Transformatorentag» am 1.9. statt, die Studienkomiteesitzung folgt am 2.9.88. Themenkreis nach der Vorbereitung in Florenz 1987.

Das Kolloquium 1989 ist in Rio de Janeiro vom 2.9.–7.9.1989 geplant, einschliesslich einer technischen Visite in Itaipu. Die Themen, welche dann ihre Fortsetzung wieder in Paris finden (1990), werden noch festgelegt. Vorschläge für neue Themen sind: grosse Aufspanntransformatoren, DC-Transformatoren sowie verbesserte Erweiterung der Weltfehlerstatistik für Leistungstransformatoren und Drosselspulen.