

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: 81 (1990)

Heft: 3

Artikel: Erfassung und Bewertung von Teilentladung an Statorentwicklungen von rotierenden Hochspannungsmaschinen

Autor: Schuler, Roland / Hutter, Wilfried

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-903072>

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: 22.02.2026

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

Erfassung und Bewertung von Teilentladungen an Statorwicklungen von rotierenden Hochspannungsmaschinen

Roland Schuler und Wilfried Hutter

Bei rotierenden Maschinen höherer Leistungen ist es seit Jahren üblich, an den Statorwicklungen ausgewählte dielektrische Messungen durchzuführen und daraus Rückschlüsse über den Isolationszustand abzuleiten. Neuerdings wurde die Messung der Teilentladungen mit in das Untersuchungsprogramm integriert. Der Artikel beschreibt den heutigen Stand bezüglich Erfassung und Bewertung von Teilentladungen und zeigt, dass wegen der grossen Datenmenge und Komplexität der Einsatz von Expertensystemen zweckmässig ist.

Dans le cas des machines tournantes de puissances supérieures, il est habituel, depuis des années, d'effectuer des mesures diélectriques sur les enroulements statoriques et d'en tirer des conclusions sur l'état de l'isolation. La mesure des décharges partielles a été intégrée dernièrement dans le programme de contrôle. Le présent article décrit l'état actuel en ce qui concerne la saisie et l'évaluation de décharges partielles et montre que l'emploi de systèmes experts est judicieux en raison de la grande quantité de données et de la complexité qu'on rencontre.

Adresse der Autoren

Roland Schuler, Chef der Abteilung
Isolationssysteme, und Wilfried Hutter,
Grundlagenentwicklung Isolationssysteme,
Asea Brown Boveri AG, 5242 Birm

Weltweit ist ein deutlicher Trend erkennbar, den Zustand wichtiger Kraftwerkskomponenten im Hinblick auf deren Betriebssicherheit genauer zu analysieren. Das Ziel besteht darin, plötzliche Betriebsausfälle zu vermeiden, rechtzeitig Sanierungsmassnahmen einzuleiten sowie die Restlebensdauer abzuschätzen. Bei grösseren Generatoren mit Leistungen von einigen MVA und Spannungen über 3 kV wurde bereits vor vielen Jahren begonnen, an den Statorwicklungen dielektrische Messungen durchzuführen und daraus Rückschlüsse über den Isolationszustand abzuleiten [1]. Dies daher, weil die Betriebserfahrungen zeigten, dass ein Versagen der Isoliersysteme der Statorwicklungen bei Nennspannungen über etwa 10 kV eine der Hauptursachen für Betriebsausfälle darstellten.

In den letzten Jahren wurde die Isolationstechnologie durch Einführung von Kunstharzen als Bindemittel [2] stark verbessert. Die Einheitsleistungen der Generatoren stiegen jedoch deutlich an (bis über 1500 MVA), so dass aus wirtschaftlicher Sicht ein besonderes Interesse an einer hohen Verfügbarkeit entstand. Zudem befinden sich noch relativ viele alte Maschinen mit Micafolium-Isolierungen in Betrieb. Die Untersuchungsmethoden an Statorwicklungen wurden daher laufend verfeinert. Sie werden heute in vielen Ländern systematisch zur Beurteilung des Wicklungszustandes eingesetzt wie eine kürzlich abgeschlossene internationale Untersuchung einer CIGRE-Arbeitsgruppe ergab [3].

Die Wicklungen von in Betrieb stehenden Generatoren sind hohen TEAM-Beanspruchungen (T : Temperatur, bis etwa 140 °C, E : mittleres elektrisches Feld 1...3 kV/mm, A : Umgebungseinflüsse [ambient] wie z.B. Feuchtigkeit usw., M : mechanische Beanspruchung) ausgesetzt. Diese führen dazu, dass sich die Isolationseigenschaften im Laufe der Betriebszeit

verschlechtern (Alterung). Je nach Maschinentyp, Isolationsart und -aufbau wirken sich die einzelnen TEAM-Beanspruchungen unterschiedlich auf die Alterungsvorgänge aus. Letztlich führen sie zum Versagen der Isolierung und damit zum Ausfall der Maschine. Zweck der sogenannten Wicklungsdiagnose-Methoden ist es, diese Vorgänge erkennen und deren Auswirkung auf die Betriebssicherheit beurteilen zu können. Da bis heute keine Einzelmethode existiert, auf Grund derer eine solche Aussage eindeutig möglich wäre, werden verschiedene physikalische Methoden herangezogen und die daraus ableitbaren Teilinformationen zu einer Gesamtbeurteilung verarbeitet.

Im Laufe der Betriebszeit einer Kraftwerksmaschine (über 100 000 h) werden die Messungen periodisch wiederholt. Diese Resultate werden mit Modelluntersuchungen im Labor verglichen. Nur hier ist es möglich, unter definierten Bedingungen die Alterungsvorgänge zu studieren und die Bewertungsbasis für die Resultatsinterpretation zu erarbeiten [4]. Auf diese Weise entsteht eine Grosszahl von Messdaten (Bild 1), die verdichtet, verglichen und bewertet werden müssen. Dazu werden neuerdings vermehrt angepasste Expertensysteme eingesetzt, wie nachfolgend am Beispiel der Teilentladungsmessungen (TE) gezeigt wird.

Teilentladungen

Wie einleitend beschrieben, werden bei einer Wicklungsdiagnose-Untersuchung an einer Ständerwicklung eines Generators mehrere verschiedenartige Messmethoden angewendet. Die Teilentladungsmessung als eine dieser Methoden erlangte erst in den letzten Jahren bei der Beurteilung von Generatorwicklungen, insbesondere bei kunstharzgebundenen Isoliersysteme-

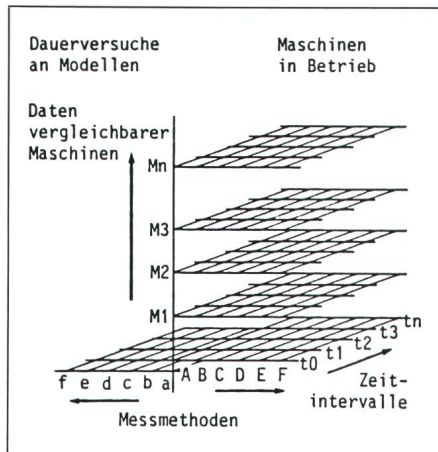


Bild 1 Zu verarbeitende Datenmenge im Zusammenhang mit Wicklungsdiagnose-Untersuchungen

men, an Bedeutung. Mit ihr wurde es z.B. möglich, Beschädigungen, verursacht durch mechanischen Abrieb oder mechanisch-elektrische Erosionen der Isolierung, innerhalb des Ständereisenpaketes besonders gut zu erkennen. Zudem ist diese Methode zur dauernden betrieblichen Überwachung besonders geeignet.

Teilentladungen entstehen, wenn z.B. Fehlstellen in einem Feststoffdielektrikum bei Erreichen einer kritischen Feldstärke zeitweilig durch elektrische Entladungen überbrückt werden. Dies führt dazu, dass der am Dielektrikum anliegenden Wechselspannung hochfrequente Spannungsimpulse überlagert werden (Bild 2).

Bei Generatoren werden ausschliesslich glimmerhaltige Isolierungen verwendet, die sehr resistent sind gegen *innere* Teilentladungen, die in Mikrohohlräumen im Isoliergefüge auftreten können. Neben diesen können auf der Oberfläche des Feststoffdielektrikums auch *äussere* TE auftreten, z.B. zwischen der Oberfläche der Stabisolierung und der Nutwand (Nutenentladungen), deren Auswirkungen wegen der grösseren Leistungsdichte gefährlich sein können.

Teilentladungen sind mit dem Auftreten verschiedener physikalischer und chemischer Wirkungen verbunden, die ihre Erfassung mit unterschiedlichen elektrischen und nichtelektrischen Methoden (z.B. akustisch oder Bestimmung von Zersetzungsprodukten) ermöglichen. Dabei haben sich die elektrischen Methoden als besonders vorteilhaft erwiesen und sollen daher nachfolgend näher behandelt werden. Messbar sind dabei nur die durch die Teilentladungen an den

Anschlüssen des Prüfobjektes verursachten Änderungen der Spannung und der Ströme sowie davon ableitbare TE-Kenngrössen.

Teilentladungsmesstechnik

Zur messtechnischen Erfassung der TE in einer Statorwicklung werden grundsätzlich zwei Fälle unterschieden, nämlich die Messung an der *stillstehenden Maschine* (Diagnose) und die Messung an der *in Betrieb befindlichen Maschine* (Monitoring).

Messung an der stillstehenden Maschine

Die Maschine ist vom Netz abgekoppelt. Zur TE-Messung wird jede Phase mittels Fremdspeisung bis zur

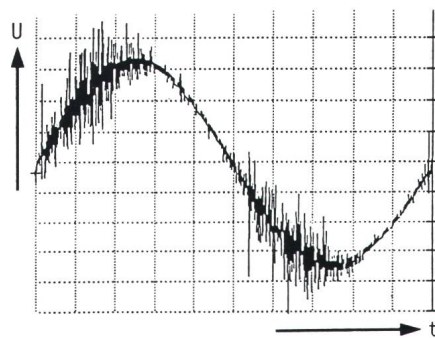


Bild 2 50-Hz-Wechselspannung mit überlagerten, hochfrequenten Teilentladungsimpulsen

stark verstärkt

U Spannung
t Zeit

Maschinennennspannung stufenweise beansprucht. Der Messaufbau (Bild 3) setzt sich prinzipiell aus folgenden 3 Komponenten zusammen:

- ◆ TE-freier Hochspannungstransformator als Speisequelle
- ◆ TE-freier Koppelkondensator
- ◆ TE-Messeinheit, bestehend aus Messimpedanz (Vierpol), Verbindungskabel und dem eigentlichen TE-Messgerät mit Auswerte- und Registriereinrichtung. Je nach den Eigenschaften der Messimpedanz und des Messgerätes (breitbandiges oder selektives Bandpassverhalten) werden unterschiedliche TE-Kenngrössen gemessen.

Die TE-Messung im Stillstand hat den Vorteil, dass sie mit geringem Zeitaufwand durchgeführt werden kann und die betriebsbedingten äusseren Störungen sich weniger auswirken. Zudem muss die Maschine nicht mit dauernd angebauten Kopplern betrieben werden.

Messung an der in Betrieb befindlichen Maschine

Die TE-Messung an der in Betrieb befindlichen Maschine erfolgt, je nach Bedarf, in kürzeren oder meist längeren Zeitabständen. Die Auskopplung der TE-Signale geschieht entweder über einen speziell geeigneten Hochfrequenz-Stromwandler auf der Niederspannungsseite (Sternpunkt) der Ständerwicklung oder wiederum

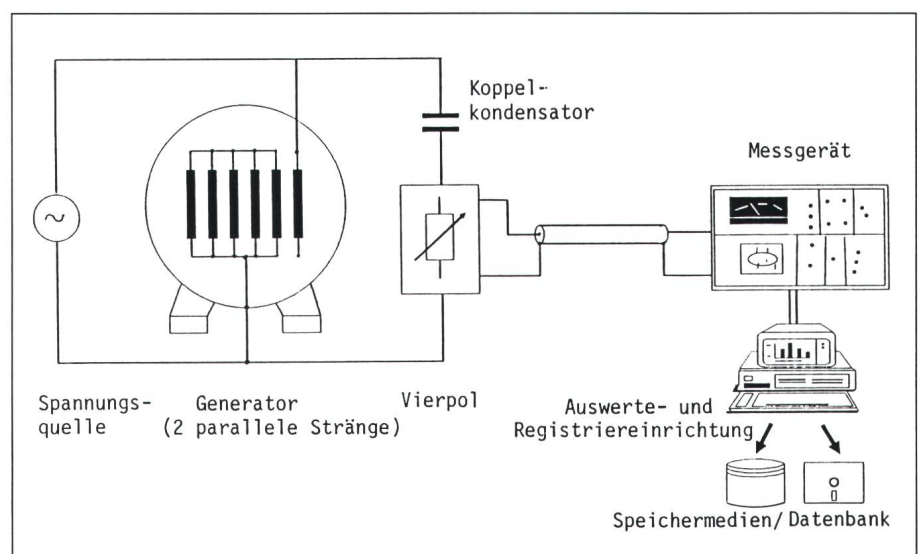


Bild 3 Messaufbau TE-Messung Maschine im Stillstand (Diagnose)

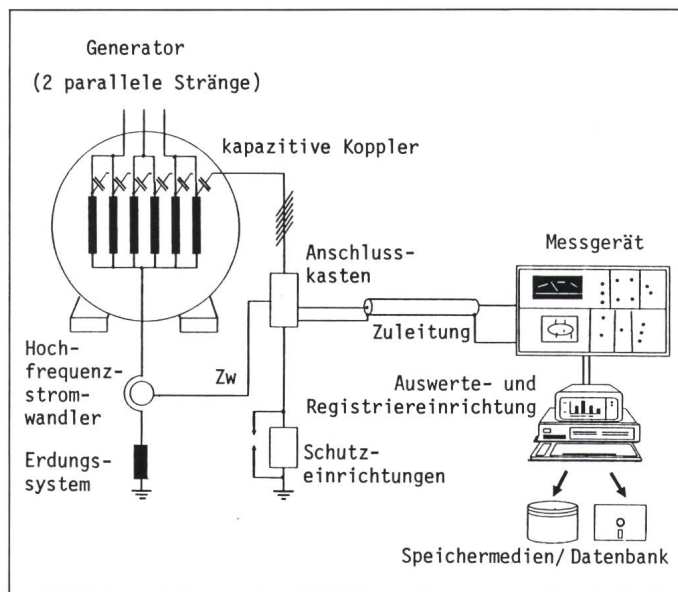


Bild 4
Messaufbau
TE-Messung
Maschine im Betrieb
(Monitoring)

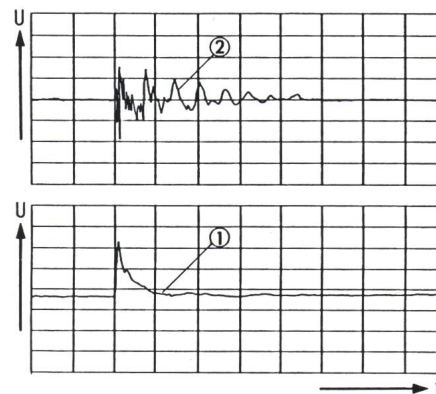


Bild 5 Kalibrierimpuls und Systemantwort

U Spannung
t Zeit
1 Kalibrierimpuls an Phase U
2 Systemantwort auf Sternpunktseite der Phase V

über Koppelkondensatoren auf der Hochspannungsseite (Bild 4). Die Verbindung zum eigentlichen Messgerät erfolgt galvanisch oder optisch.

Auf der Hochspannungsseite werden durch die Hochpasscharakteristik des Kopplersystems nur die sehr hochfrequenten Signalanteile erfasst. Neben den eigentlichen Teilentladungssignalen werden auch alle von aussen und übers Netz eingekoppelten Störungen mitgemessen. Da diese, wie die Teilentladungen, Frequenzanteile bis zu mehreren MHz aufweisen, kommt der Ausfilterung der eigentlichen Nutzsignale die entscheidende Bedeutung zu. Dies ist nur mittels spezieller Vorkehrungen oder komplexer analytischer Verfahren möglich.

Im Sternpunkt werden die Nutz- und Störsignale von allen Phasen gleichzeitig erfasst. Die Auskopplung erfolgt jedoch bei wesentlich tieferen Frequenzen. So werden sinnvollerweise Frequenzanteile im Bereich von ungefähr 10 kHz bis etwa 10 MHz gemessen. Die spezielle Anordnung (Auskopplung auf beiden Seiten der Ständerwicklung) und die Kombination der verschiedenen Koppler (kapazitive und induktive Koppler) ermöglicht neben der Detektion der Entladungen in gewissen Grenzen auch deren Lokalisierung.

Die TE-Messung an der in Betrieb stehenden Maschine hat den Vorteil, dass die Spannungsverteilung über der Wicklung real ist und stromabhängige Entladungen, z.B. bei nicht einwandfreier Fixierung der Wicklung im Ständerblechpaket und dadurch entstehenden Stabvibrationen, besser erkannt werden können.

Datenerfassung und Datenverarbeitung

Die Teilentladungen entstehen innerhalb des Wicklungssystems und somit nur zufälligerweise direkt an jener Stelle, an der die Koppler montiert sind. Dies bedeutet, dass sich die Pulse teils leitungsgebunden, teils kapazitiv durch die Wicklung fortgepflanzt haben, bevor sie zur Messstelle gelangen. Dadurch verändern sich die Signale sowohl in Form und wie auch in Amplitude. Für die Weiterverarbeitung ist also lediglich eine Systemantwort zugänglich. Eine Kalibrierung mittels Kalibrator ist deshalb auch nur für die Stelle, an der die Ladungsinjektion erfolgte, gültig.

Bild 5 zeigt als Beispiel einen an der Phasenklemme U eingekoppelten Kalibrierimpuls und das an der Phase V auf der Sternpunktseite ausgekoppelte Signal.

Wie die an den Phasenklemmen breitbandig gemessenen Teilentla-

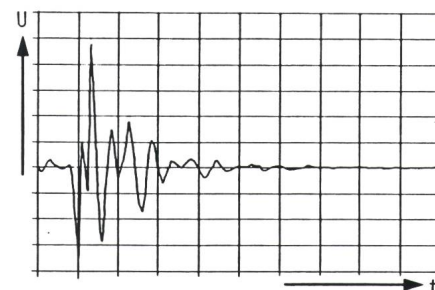


Bild 6 Einzelne TE-Impulse bei hoher zeitlicher Auflösung

U Spannung
t Zeit

dungssignale aussehen, geht aus Bild 6 und Bild 7 hervor. Bild 6 zeigt einen TE-Puls bei hoher zeitlicher Auflösung und Bild 7 eine Folge von TE-Pulsen über einer 50-Hz-Periode. Die Form dieser Signale ist abhängig vom geometrischen Aufbau und von der Schaltung der Wicklung, den Ankopplungsverhältnissen sowie dem Übertragungsverhalten des Messsystems. Dies ist sowohl bei der Messung wie auch bei der Interpretation der Messresultate stets zu berücksichtigen.

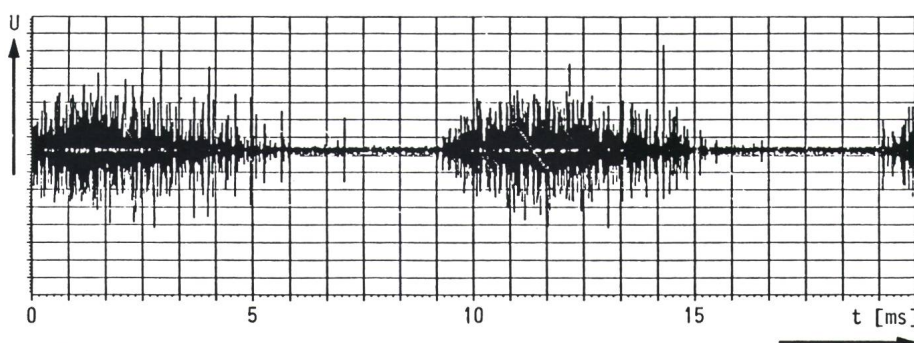


Bild 7 Breitbandig gemessene Folge von Teilentladungen

U Spannung
t Zeit
Messung über eine 50-Hz-Periode
Messanordnung gemäss Bild 3 (Ausdruck Diagnoseprogramm)

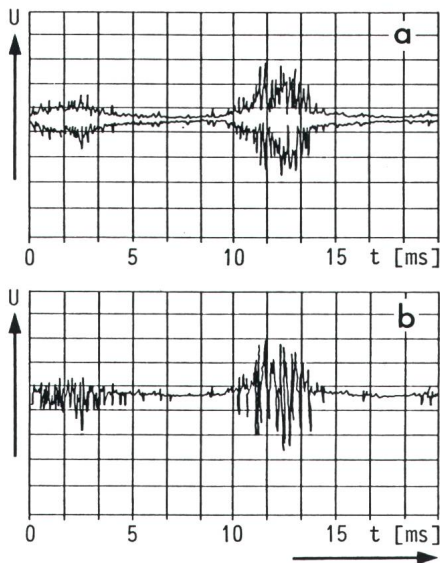


Bild 8 Teilentladungen gemessen an einem Statorwicklungsmodell

- U Spannung
- t Zeit
- a Hüllkurve der Teilentladungspegel aus 10 Messungen
- b Maximalwerte der Teilentladungspegel aus 10 Messungen

Datenverarbeitung bei Diagnose-Teilentladungsmessungen

Die Erfassung und Bewertung der Teilentladungen bei Messungen mit Fremdspannung basiert einerseits auf einer IEC-Publikation [5]. Andererseits lassen sich mit dem von uns entwickelten und verwendeten computerisierten Messsystem (Bild 3) auch gefilterte Signale bei hoher Abtastrate über mehrere 50- oder 60-Hz-Perioden digitalisieren und speichern (Beispiel: Bild 7). Neben der Information über das zeitliche Auftreten der Pulse in Korrelation mit dem Phasenwinkel der anliegenden Spannung lassen sich daraus auch die Pulshöhen und -folgen, Maximalwert u.a.m. berechnen. Bild 8 zeigt als Beispiel die Maximal-

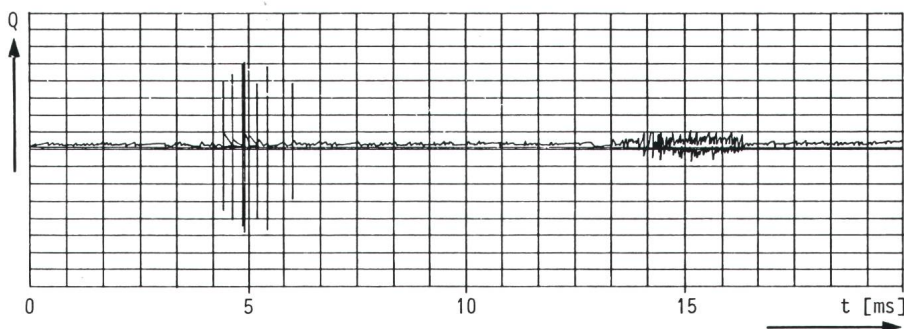


Bild 9 Signal einer typischen Fehlstelle

Ungenügende Ankopplung Nutwand/Staboberfläche (Statorwicklungsmodell)

- Q Scheinbare Ladung
- t Zeit

werte und die Hüllkurve der Teilentladungspegel aus 10 Perioden.

Anhand dieser Darstellung lassen sich bei Unregelmässigkeiten typische Entladungsbilder erkennen und Hinweise auf die verursachende Fehlstelle erhalten, basierend auf dem Wissen aus typischen Modellprüfungen im Labor (Bild 9). Die verschiedenen, auf IEC-Publikation 270 basierenden Kennwerte wie maximale scheinbare Ladung Q , mittlerer Entladestrom I , quadratische Ladungsdichte D in Abhängigkeit der angelegten Prüfspannung werden zum systematischen Vergleich ähnlicher Prüfobjekte in der Praxis herangezogen. Durch die Vielzahl der bis anhin durchgeführten Messungen und die Speicherung dieser Daten auf einer Datenbank ist es heute möglich mit statistischen Verfahren die Messresultate genauer zu interpretieren und Ausreisser zu erkennen.

Ein typischer Verlauf der Abhängigkeit der scheinbaren Ladung von der Prüfspannung einer intakten Wicklung, aber mit fehlerhafter Klemmendurchführung, geht aus Fig. 10 hervor. In diesem Diagramm sind zusätzlich die Vertrauensgrenzen für den Verlauf einer grösseren Zahl ähnlicher Maschinen mit normalem Isolierungszustand eingezeichnet.

Datenverarbeitung bei Teilentladungs-Monitoringsystem

Die Signalverarbeitung und -bewertung, insbesondere die Unterscheidung von nutzbaren Messgrössen und Umgebungsstörungen, erfolgt im *Partial Discharge Monitoring System* (PDMS). Das System besteht hardwaremässig im wesentlichen aus den Komponenten gemäss Bild 11, ist modular aufgebaut und kann daher an die örtlichen Gegebenheiten (Maschinen-

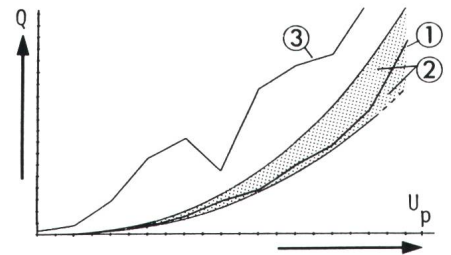


Bild 10 Scheinbare Ladung Q in Abhängigkeit der Prüfspannung U_p

Messungen an zwei baugleichen 20-MVA-Generatoren A und B

- 1 gemessene Kurve für Generator A im normalen Zustand
- 2 99%-Vertrauensbereich für entsprechenden Generatortyp für Normalzustand
- 3 gemessene Kurve für Generator B mit fehlerbehafteter Statorwicklung

typ, vorhandene Datensysteme) optimal angepasst werden.

Vor den eigentlichen Messungen werden durch das System Selbst- und Funktionstests gestartet. Nach der Systemkalibrierung erfolgt die eigentliche Datenerfassung. Zuerst werden lediglich Daten vom Hochfrequenzwandler analysiert. Bei Unregelmässigkeiten im Teilentladungsverhalten oder auf Wunsch des Bedieners werden die Signale der HS-Koppler mit in die Auswertung einbezogen.

Verarbeitungs-/Bewertungssysteme

Teilentladungs-Diagnosesystem

Sowohl bei der Messung wie bei der Auswertung lässt sich die Fülle der Daten nur noch mittels computerisiertem System sinnvoll bewältigen. Bei der zeitlich definierten Spannungssteigerung bei der Prüfung werden alle interessierenden Werte erfasst, statistisch ausgewertet, angezeigt und gespeichert. Dank definierter Prozeduren werden reproduzierbare Werte garantiert.

Die verfeinerte Auswertung der Vorortmessungen und die Vergleiche mit früheren Messungen (Trend) sowie mit Maschinen ähnlichen Bautyps und Betriebsbedingungen erfolgen auf einem Zentralrechner. Dieser erstellt automatisch relevante Plots und legt die Daten in einer umfangreichen relationalen Datenbank ab. Die Kombinationen mit den Auswertungen und Trends der übrigen, gleichzeitig durchgeführten Diagnosemessungen (Bild 12), Prüfungen und Kontrollen ermöglichen dann die Gesamtbeurteilung.

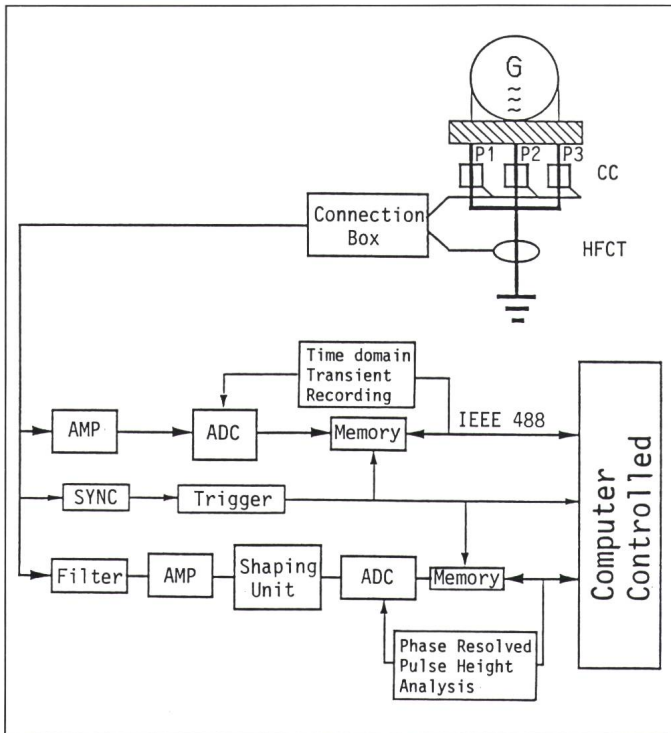


Bild 11 Aufbau des Monitoringsystems PDSM

AMP Verstärker
 ADC Analog-/Digital-Wandler
 CC Kapazitiver Koppler
 HFCT HF-Stromwandler
 SYNC Synchronisationseinheit

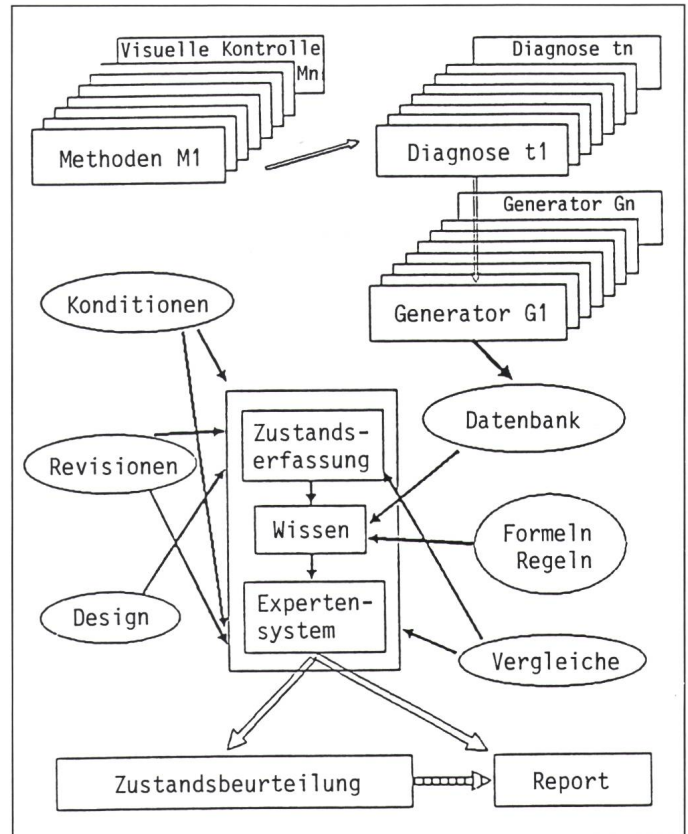


Bild 12 Einbindung von Expertensystemen bei der Ausführung einer Wicklungsdiagnose

Teilentladungs-Monitoringsystem

Die eigentliche Auswertung der bereits im PDMS-System vorverarbeiteten Daten kann entweder permanent (kontinuierliche Überwachung) oder periodisch erfolgen (kleiner Kostenaufwand). Bei der kontinuierlichen Überwachung werden die aufbereiteten TE-Daten allein oder parallel zu anderen Monitoringsystemen (z.B. Vibrationsüberwachung [6]) stetig über Datenleitungen in einen Zentralrechner übertragen und hier verarbeitet. Die für periodische Messungen notwendige mobile Diagnosestation umfasst einen Rechner mit Massenspeicher, Ein- und Ausgabegeräte für die Mensch-Maschinen-Kommunikation und ermöglicht eine vereinfachte Signalverarbeitung und Datenpräsentation.

Aus den zeitlichen *Teilentladungsverläufen* können verschiedene Kennwerte rechnerisch bestimmt und statistisch ausgewertet werden. Diese statistischen Werte wiederum werden in Zeitdiagrammen ausgedruckt und geben einen Kurz- und Langzeit-Trend wieder. Durch die *gleichzeitige Aufnahme* der Signale an den verschiedenen Kopplern (HS und NS) wird zudem mittels statistischen Verfahrens

sowohl im Zeit- wie auch im Frequenzbereich (FFT) eine Analysierung und Lokalisierung von Entladungen ermöglicht.

Einsatz von Expertensystemen

Allen heute verwendeten Auswertungsverfahren der beschriebenen Art ist eigen, dass durch die sehr grosse Datenmenge (bis >GByte) nur noch mit komplexen analytischen Verfahren gearbeitet werden kann. Die Interpretation der Resultate muss dabei vor allem in Monitoringsystemen so stark vereinfacht und von Informationssystemen unterstützt werden, dass sie auch von Nichtspezialisten vorgenommen werden kann. Dies ist praktisch nur noch mit Hilfe von Expertensystemen zu realisieren.

Aus diesen Gründen wurde neuerdings bei ABB für die beschriebene Überwachung rotierender Hochspannungsmaschinen ein Expertensystem eingeführt. Gegenwärtig werden die Wissensbanken so verfeinert, dass basierend darauf das Expertensystem selbständig eine Fehlererkennung durchführt und dem Benutzer eine Beurteilung und eventuell Vorschläge

für weiter zu treffende Massnahmen unterbreitet. Trotz allem Aufwand können aber nicht für alle in der Wirklichkeit vorkommenden Fälle stets korrekte Beurteilungen erreicht werden. Es bleibt ein Rest, für den die heutige Wissensbasis noch nicht ausreicht und der die Unterstützung durch einen erfahrenen Generator-Wicklungsspezialisten bedingt.

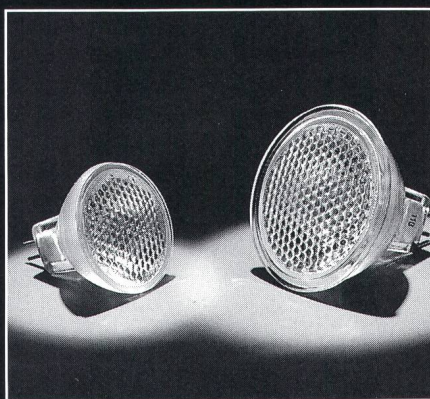
Literatur

- [1] A. Ritter et O. Wohlfahrt: Mesures diélectriques sur les isolations d'enroulements de stators. Rapport CIGRE No. 122, 1960.
- [2] R. Schuler: Isolationssysteme für rotierende Hochspannungsmaschinen. Brown Boveri Mitt. 57 (1970)1, S. 15 ... 24.
- [3] R.H. Schuler: Rapport sur les méthodes de diagnostic et de surveillance utilisées pour évaluation de l'état des enroulements des machines tournantes électriques. Electra - (1987)112, p. 9 ... 16.
- [4] R.H. Schuler et G. Lipták: Essais de durée de vie sur systèmes d'isolation de machines tournantes à haute tension. Rapport CIGRE No. 15-05, 1976.
- [5] Mesure des décharges partielles. Publication de la CEI 270, deuxième édition, 1981.
- [6] A. Huber and R. Schuler: Experience and future prospects regarding diagnosis and monitoring of large generators. Ninth International Conference on Modern Power Plants, AIM, Liège/Belgium, 7 ... 11 October 1985.



Vom Ei... zum Huhn... und alles was dazwischen liegt

Jetzt erscheint alles im besten Licht: Im Licht von Tru-Aim Professional, der neuen Halogenlampe für höchste Ansprüche. Tru-Aim Professional bietet die grösste Auswahl an Niederspannungstungsten-Halogenlampen mit dem einzigartigen Frontglas für optimale Lichteffekte und gleichbleibende Brillanz während der gesamten, langen Lebensdauer. Sicheres und problemloses Handling geben Ihnen grösste Freiheit beim Gestalten kreativer Lichteffekte. 22 dichroische Niedervolt-Halogenlampen mit 35 und 50 mm ϕ und verschiedenen Leistungen stehen zu



Ihrer Verfügung. Tru-Aim Professional – Halogenlicht in Perfektion.

**TRU-AIM
PROFESSIONAL**
Setzt alles ins richtige Licht

SYLVANIA

GTE

GTE Sylvania A.G. 4, ch. des Léchères, CH-1217 Meyrin
Tel. 022/782 00 72, Telex 419 059, Telefax 022/782 07 4

Der Busch-Wächter 220, 16 A

Sicherheit, die man automatisch hat.



- Der Vorsprung des Busch-Wächters ist noch größer geworden. Sie verfügen jetzt über ein Gerät, das auch tief nach hinten überwachen kann.
Für alle Fälle. Mit 220°.
- Sogar die frontale Überwachung ist noch besser geworden: dichter, präziser, leistungsfähiger.
Für die häufigsten Fälle.
- Sie können dem Busch-Wächter ordentlich was zu schalten geben. Mit 16 A bzw. 3500 W kann er auch große Anlagen ins Licht rücken.
Für Ihre neuen Kunden.

**Am Busch-Wächter
kommt keiner vorbei.**



**Busch-Jaeger
Elektro GmbH**

**Der Bessere
Busch-Wächter 220, 16 A**

Der Busch-Wächter 180 UP
sieht, daß Sie alle Hände voll zu tun haben.



- Der Markt für Bewegungsmelder kann für Sie noch größer werden. Mit dem Busch-Wächter 180 UP.
- Mit vielen überzeugenden Verkaufsargumenten: Sicherheit in Räumen und Fluren – bis dicht an Fenster und Türen. Sicherheit an Stolperfallen und Komfort in jedem Raum. Mit einer zeitsparenden Montage, weil der Busch-Wächter 180 UP wie ein normaler Schalter in jede Dose montiert werden kann.
- Ihre alten Wächter-Kunden werden gerne Ihre neuen Kunden.

**Am Busch-Wächter
kommt keiner vorbei.**



**Busch-Jaeger
Elektro GmbH**



SWISSLUX®
E. SCHWEIZER ELECTRONIC AG

Feldweg 9
8623 Wetzikon 3



M. Züblin AG

Bächlerstrasse 31
CH-8046 Zürich

**Die neue Mehrwertinstallation
Busch-Wächter 180 UP**