

## **Teilentladungsdiagnostik von hochbelasteten Isoliersystemen auf Epoxidharzbasis**

*Michael Budde*

Tag der mündlichen Prüfung: 27.05.2009

1. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Michael Kurrat

2. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Ernst Gockenbach

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Wolf-Rüdiger Canders

Die Zustandsbewertung einer elektrischen Isolierung mittels diagnostischer Messmethoden erfolgt zumeist mit integrierenden Verfahren, wie z.B. dielektrische Kennwerte oder – zur Erkennung lokaler Schädigungen, wie z.B. Mikrohohlräumen – mit Teilentladungs-(TE-)messungen. Für die zustandsorientierte Instandhaltung und Wartung von elektrischen Betriebsmitteln gewinnt die Teilentladungsmesstechnik und -analyse mehr und mehr an Bedeutung, da es durch Diagnosegrößen möglich ist, den Alterungszustand zu definieren und damit den Instandhaltungsaufwand unmittelbar auf die betroffenen Betriebsmittel zu fokussieren. Damit können bei erhöhter Prozesssicherheit die Life-Cycle-Kosten erheblich reduziert werden.

Der für größere Kavitätendurchmesser (ab 1 mm) bekannte Gasentladungsprozess und die dafür in der Literatur gebräuchlichen physikalischen Modelle werden auf ihre Übertragbarkeit auf geringere Durchmesser überprüft. Neben diesem rein physikalisch/mathematischen Modell liefern Simulationen mittels eines FEM-Modells bestätigende und ergänzende Ergebnisse.

Die negativen Auswirkungen der angewendeten Feuchtigkeitsalterung betreffen alle wesentlichen Eigenschaften der Isolierung und bilden damit die Prozesse an Betriebsmitteln für Außenanwendungen beschleunigt ab. Dielektrische Werte (dielektrischer Verlustfaktor  $\tan \delta$ , relative Dielektrizitätszahl  $\epsilon_r$ ) degradieren mit zunehmender Feuchtigkeitsaufnahme und führen zu einer verstärkten Verdrängung des elektrischen Feldes vom Epoxidharz in die gasgefüllten Mikrokavitäten mit geringerer Dielektrizitätszahl. Es kommt also zu einer Beeinflussung der integralen Größe  $\epsilon_r$  auf die TE-Kenngrößen.

Im Rahmen der Versuche werden mineralisch gefüllte Epoxidharzprüfkörper gealtert, gemessen und ausgewertet; mögliche TE-Kennwerte wie Einsetzfeldstärke, TE-Intensität, Impulswiederholrate und ein neu eingeführter Phasenwinkel auf Ihre Eignung als Diagnosegrößen untersucht.

Zusätzliche Messungen künstlicher und damit in den Abmessungen bekannter Mikrokavitäten verfolgen das Ziel, die vorher eingeführten Diagnosegrößen samt deren Modellierung zu bestätigen.

### **Partial Discharge Diagnostics of Accelerated Aged Mineral Filled Epoxy Insulation Materials**

The state evaluation of an electrical insulation is done by means of diagnostic measurements using integrating methods or - to detect local damages such as micro cavities - by partial discharge (PD) measurements. For the condition-oriented maintenance and service PD measurement and analysis have become more and more important, because evaluation of the measurement results allows focussing the maintenance costs directly on the concerned operating facilities. Thus, the life cycle costs can be substantially reduced with increased process security.

The negative effects of moisture ageing affect all essential characteristics. Dielectric values (relative permittivity and dielectric loss factor) degrade with increasing moisture and lead to a growing displacement of the electric field from epoxy resin into the micro cavities with lower permittivity. Thus, moisture ageing even influences PD activity.

In this work, specimens of mineral filled epoxy resin are measured and evaluated. Possible diagnostic figures, such as injection field strength, PD intensity and a newly introduced phase angle, are explained. The well-known gas discharge process for larger cavities (starting from 1 mm in diameter) is reviewed to transfer these physical models to smaller diameters (smaller than 1 mm). The results of the presented physical/mathematical model are compared with a simulation using FEM models. Both models lead to possible conclusions regarding detection ability and ageing of micro voids.

Additionally, simple artificial micro cavities are measured to pursue the goals imported previously. Ageing of PD parameters and growing field displacement by increasing moisture are shown again.