

Dipl.-Ing. Martin Lauersdorf

„Verfahren zur Unterdrückung von Koronastörern bei Teilentladungsmessungen an Transformatoren vor Ort“

Hauptberichter: Prof. Dr.-Ing. K. Feser

Mitberichter: Prof. Dr.-Ing. habil. F. Landstorfer

Tag der mündlichen Prüfung: 13. Januar 1998

Kurzfassung:

Als zerstörungsfreies Verfahren zur Diagnose der Isolation von Hochspannungsbetriebsmitteln wird die Technik der Teilentladungsmessung (TE-Messung) schon jahrzehntelang zur Qualitätskontrolle bei Endprüfungen im Werk des Herstellers, bei der Inbetriebnahme oder seit kurzem auch in Einrichtungen zur Betriebsmittelüberwachung (Monitoringsysteme) vor Ort eingesetzt. In elektromagnetisch geschirmten Laboratorien können TE-Messungen mit sehr hoher Empfindlichkeit durchgeführt werden. Bei der Anwendung der TE-Messung in ausgedehnten Schaltanlagen vor Ort, wo Abschirmmaßnahmen nicht möglich sind, kann eine ausreichende Meßempfindlichkeit nur mit Hilfe von Filtermethoden bei der Signalverarbeitung erzielt werden. In den letzten Jahren wurden dazu digitale Verfahren entwickelt, mit denen schmalbandige Störer mit einem hohen Grad in den Meßsignalen unterdrückt werden können. Besonders kritisch blieb bisher die Anwendung der TE-Messung bei Betriebsmitteln, wenn an den Hochspannungsleitungen desselben Meßkreises Koronaentladungen auftreten. Diese Koronaentladungen, sie werden auch als „äußere“ Teilentladungen bezeichnet, wirken als zusätzliche Störquelle auf den TE-Meßkreis.

Bei der TE-Messung an Wandlern und Transformatoren sind zur sinnvollen quantitativen Auswertung nur bandbegrenzte Messungen (nach IEC 270) möglich. Bei der bandbegrenzten TE-Messung werden die Signale im Frequenzbereich bis 1 MHz ausgewertet. In diesem Frequenzbereich unterscheiden sich die Spektren aus den Teilentladungen des Prüflings und den Koronaentladungen des Meßkreises nicht. So kann mit den bisher angewandten Filtermethoden keine Unterdrückung dieser Koronastörer erreicht werden. Ebenso scheiden Verfahren zur Mustererkennung, bei denen das Impulsverhalten nur global über statistische Kenngrößen beschrieben wird, als Maßnahme zur Unterdrückung von Koronastörern aus.

In dieser Arbeit werden zunächst bisher angewandte Meß- und Störunterdrückungsverfahren beschrieben und dabei die Grenzen dieser Methoden erörtert. Über eine

kurze Zusammenstellung der Eigenschaften von Koronaentladungen wird ein Verfahren vorgestellt, das die Unterdrückung von Störungen durch Koronaentladungen in TE-Signalen durch zusätzliche Auswertung der elektromagnetischen Abstrahlung erlaubt. In einem solchen Verfahren wird das über ein Antennensystem empfangene Störsignal mit dem gemessenen TE-Signal korreliert. Die durch Koronaentladungen erzeugten Störimpulse können so im TE-Signal ausgeblendet werden. Das Verfahren eignet sich bei der Erfassung und Unterdrückung von Koronastörern bei Messungen im Labor, versagt aber bei der Anwendung vor Ort an ausgedehnten Schaltanlagen, wenn Entladungen, die an Leitersystemen außerhalb des Meßkreises entstehen, als zusätzliche Störungen in das Empfangssignal einkoppeln.

Eine wirksamere Methode zur Unterdrückung von Koronastörern wurde mit dem Verfahren der Meßkreiskompensation entwickelt. Dieses Verfahren basiert auf dem Prinzip der Brückenschaltung. Dabei werden TE-Ströme über zwei unabhängige Stromzweige ausgekoppelt. Ähnlich wie bei der Brückenschaltung müssen auch hier die Stromzweige abgeglichen werden. Dazu wird das Signal eines der beiden Meßzweige (Nebenzweig) gefiltert, um so dessen Signalübertragungsweg an die Übertragungscharakteristik des dazu parallelen Meßzweiges (Meßzweig des Prüflings) für den Fall äußerer Teilentladungen anzugleichen. Nach der Anwendung dieses Filterprozesses, der auch als „Meßkreiskompensation“ bezeichnet wird, lassen sich alle außerhalb des Prüflings entstandenen, leitungsgeführten Impulsstörer durch zwei unterschiedliche Auswerteprinzipien unterdrücken. Im ersten Prinzip, der Differenzbildung, werden die Meßzweigsignale voneinander subtrahiert. Beim zweiten Prinzip wird durch Berechnung des Produkts der Ströme die Signalrichtung bestimmt. Im Fall leitungsgebundener Impulsstörer ergeben sich dann rein positive Signalanteile.

Die Filterfunktion zur Meßkreiskompensation läßt sich auf verschiedene Weise ermitteln. In dieser Arbeit werden dazu mathematische Verfahren vorgestellt.

Das Prinzip der Meßkreiskompensation ist auch bei Messungen an dreiphasigen Großtransformatoren vor Ort anwendbar. Hier muß für jeden der drei Leiter eine separate Kompensationsberechnung durchgeführt werden. Dazu wird jeweils ein Signal über den Meßanschluß der Transformatordurchführung (Nebenzweigstrom) und der jeweilige Leiterstrom (Meßzweigstrom des Prüflings) ausgekoppelt. Gibt es keine Möglichkeit der Auskopplung der Leiterströme, kann das Summenstromsignal des geerdeten Sternpunktes zur Kompensation herangezogen werden.

Es werden verschiedene Beispiele gezeigt, bei denen das Kompensationsverfahren trotz schwieriger Vor-Ort-Bedingungen erfolgreich angewandt werden konnte. Als

problematisch bei der Anwendung vor Ort sind dabei neben starken Einkopplungen von Schmalbandstörern vor allem auch ungünstige Erdverhältnisse und kapazitive Kopplungen zwischen den Leitern des dreiphasigen Systems zu nennen.