

**Dipl.-Ing. Klaus Dengler**

**„Impulsalterung von Metalloxidableitern und ihre Überwachung im Betrieb“**

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

Mitberichter: Prof. Dr. phil. E. Kasper

Tag der mündlichen Prüfung: 3. Juli 1998

Kurzfassung:

Metalloxid-Ableiter (MO-Ableiter) werden in Übertragungs- und Verteilnetzen als Schutzelemente gegen Überspannungen eingesetzt. Diese Anwendung hat zur Folge, daß im normalen Betriebszustand eine kontinuierliche Beanspruchung mit Wechselspannung vorliegt. Wenn Überspannungen auftreten, muß der Ableiter als spannungsbegrenzendes Element kurzfristig sehr große Energien aufnehmen können, ohne daß dabei die Stabilität seines Wechselspannungsbetriebs gefährdet wird. Als Ursachen für eine Gefährdung der Stabilität kommen durch den Energieeintrag, d. h. die Temperaturerhöhung, bedingte temporäre Effekte sowie bleibende Veränderungen der Materialeigenschaften in Betracht.

In der vorliegenden Arbeit werden schwerpunktmäßig die bleibenden Veränderungen der Materialeigenschaften untersucht, die von Impulsbeanspruchungen verursacht werden. Durch geeignete Untersuchungen können Veränderungen durch Impulse mit Scheitelwerten im Bereich des Nennableitstromes und darunter nachgewiesen werden. In Abschnitt 4 wird gezeigt, daß jeder Impuls in Abhängigkeit von den Impulskenngrößen maximale Steilheit der Stromdichte  $dj/dt|_{\max}$  und Scheitelwert der Stromdichte  $j$  einen bestimmten Zuwachs der Verlustleistung verursacht. Ein Zuwachs in der Verlustleistung beruht auf einer Verschiebung der Kennlinie im hochohmigen Bereich. Für den Einfluß des Scheitelwertes  $j$  ist es ohne Bedeutung, wieviele Belastungen schon erfolgt sind. Die Zunahme der Verlustleistung ist von der Vorgeschichte unabhängig. Anders beim Einfluß der maximalen Steilheit der Stromdichte  $dj/dt|_{\max}$ : Der von einem Impuls mit einer bestimmten maximalen Steilheit ausgehende Verlustleistungssprung tritt bei jeder Polarität nur bei der ersten Beanspruchung auf. Neben den bereits erwähnten, für die Veränderung der Materialeigenschaften wichtigsten Impulsparametern werden auch der Einfluß weiterer Parameter (Impulsenergieinhalt, Temperaturerhöhung) und Einflüsse der Versuchsdurchführung untersucht.

In Abschnitt 3 werden die Auswirkungen der als Degradation bezeichneten impulsbedingten Veränderungen der Materialeigenschaften auf den Betrieb unter Wechsel-

spannung ausgewertet. Dazu gehören Untersuchungen zur thermischen Stabilität auf der Grundlage eines thermischen Scheibenmodells und Untersuchungen des elektrischen Verhaltens an Hand von Leckstrommessungen. Die Stabilitätsbetrachtungen dienen der Einschätzung der durch die Degradation hervorgerufenen Reduktion des Energieaufnahmevermögens. Aus den Leckstrommessungen wird ein Zusammenhang zwischen Veränderungen in der dritten Harmonischen des Leckstromes und der Verlustleistungszunahme hergestellt, auf dessen Grundlage ein Prinzip für das On-line-Monitoring von Ableitern hergeleitet wird.

Die physikalischen Hintergründe der Degradation sind Gegenstand des Abschnitts 5. Dort werden die Spektraldichten der verschiedenen Impulse, die in den Impulsalterungsversuchen des Abschnitts 4 zur Verwendung kommen, verglichen und Zusammenhänge mit der Degradation abgeleitet. Abschnitt 5 endet mit der Beschreibung eines materialphysikalischen Modells für den barrieregesteuerten Lawinendurchbruch. Aus diesem Modell werden Erklärungsansätze für die Degradation abgeleitet.