

Experimentelle Untersuchung der Lichtbogenaufteilung an Löschblechen

Thomas Rüter

Tag der mündlichen Prüfung: 16.11.2007

1. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Manfred Lindmayer
2. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Ernst Gockenbach

Durch die immer kürzer werdenden Entwicklungszeiten gehen die Hersteller von Schaltgeräten dazu über, den Entwicklungsprozess von mechanischen Prototypen hin zu computergestützten FEM-Simulationsmodellen umzustellen. Daher gewinnt der Anteil von Simulationswerkzeugen in der Entwicklung von Niederspannungsschaltgeräten zunehmend an Bedeutung. Der Bedeutungszuwachs wird durch den Trend, immer mehr Leistung auf immer weniger Raum zu beherrschen, verstärkt.

Die aus den Simulationen gewonnenen Ergebnisse bedürfen zurzeit noch der Überprüfung durch experimentelle Untersuchungen. Ein Vergleich liefert hierbei Rückschlüsse auf die Richtigkeit der Simulationen, lässt Fehler erkennen und fehlende Parameter ermitteln.

Die am häufigsten eingesetzte Variante zur Lichtbogenlöschung in Niederspannungsschaltgeräten ist die Unterteilung des nach der Kontaktöffnung entstehenden, entlang der Elektroden wandernden Schaltlichtbogens an ferromagnetischen Löschblechen. Die Nachbildung dieses Verhaltens in dreidimensionalen Simulationsmodellen setzt eine genaue Kenntnis über das Lichtbogenverhalten und die damit verbundenen physikalischen Prozesse voraus.

In dieser Arbeit werden experimentelle Untersuchungen der Lichtbogenaufteilung an einem Löschblech in Modellschaltkammern mit parallelen und mit divergierenden Laufschiene präsentiert. Die Kammergröße orientiert sich an der Größe von Leitungsschutzschaltern oder kleinen Motorschutzschaltern und entspricht den stark vereinfachten, simulierten Kammern. Es wurde die Einflüsse des Kammervolumens, der Öffnungen in der Verdämmung und des prospektiven Stromes auf die Lichtbogenunterteilung am Löschblech untersucht. Ausgewertet wurden der Teilstrom durch das Löschblech, die Positionen der Fußpunkte auf dem Löschblech, die Form des Lichtbogens während des Aufteilungsvorgangs, die Fußpunktstromdichte auf dem Löschblech und die Aufschmelzungsspuren auf den Löschblechoberflächen. In allen Versuchen erfolgte eine optische Aufzeichnung des Lichtbogens mit einer digitalen Schnellfilmkamera.

Die in den Messungen gewonnenen Erkenntnisse werden anschließend mit am Institut durchgeführten Simulationen an parallelen Laufschiene verglichen. Anhand der verschiedenen Simulationsmodelle wird der Einfluss eines Fußpunktmodells auf die Lichtbogenunterteilung aufgezeigt.

Experimental Investigation on the Arc Splitting Process at Splitter Plates

The decreasing development time of new switching-devices leads the manufactures to change their development-process away from mechanical prototypes to computer-aided FEM simulation models. Therefore, simulation tools become more important. This is intensified by the trend of increasing the performance and additionally decreasing the space.

Presently, the simulation results need to be proofed by experimental investigations. These experimental results can be compared with the simulations and the accuracy of the calculations can be revealed. Errors can be detected and missing parameters can be investigated.

After the arc is ignited by contact opening it moves along the arc runners and is finally divided into several arcs at the splitter plates. This is the widest spread method to extinguish the electric arc in low voltage switchgears. To simulate this complex process three-dimensionally it is necessary have detailed knowledge about the behavior of the arc as well as about occurring physical processes.

This work reports on measurement data obtained with experiments at arc chambers with parallel or diverging arc runners. The size of the chambers is similar to short circuit breakers or small motor overload switches and corresponds to the simplified simulation models. The influences of the chamber geometries, vents in the chamber and the amperage onto the arc-splitting-process with a splitter-plate were investigated. The current through the splitter plate, the positions of the arc-roots at the plate, the shape of the arc during the splitting-process, the arc root current density, and the arc-root-traces onto the surfaces of the splitter plate were analyzed. The arc appearance at each experiment is recorded with a high-speed-camera.

The measurement results were compared with simulations in arc chambers with parallel arc runners that were carried out at the institute. The different simulation models show the dependence of an arc-root model to the sub-division of the arc.