



Peter Troxler

Diplomand	Peter Troxler
Examinator	Prof. Dr. Jasmin Smajic
Experte	--
Themengebiet	Elektrotechnik
Projektpartner	Weidmann Electrical Technology AG, Rapperswil, SG

Erwärmungs- und Kühlungssimulation eines ölgefüllten Leistungstransformators

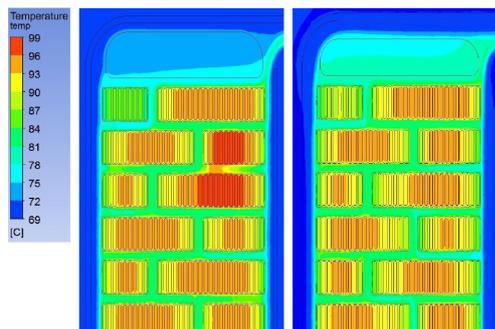
CFD Simulation einer Scheibenspulenwicklung



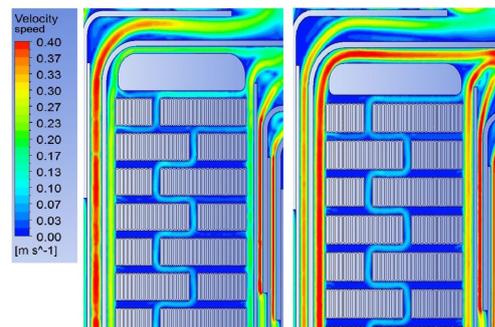
Schnittmodell eines Leistungstransformators

Auftrag: Transformatoren gehören zusammen mit Generatoren und Schaltern zu den Hauptelementen elektrischer Versorgungssysteme. Um die einwandfreie elektrische Energieversorgung sicherzustellen, werden höchste Anforderungen an deren Betriebssicherheit gestellt. In dieser Studienarbeit wird die Erwärmung und Kühlung von Leistungstransformatoren anhand eines CFD-Modells simuliert. Die Grundlagen sowie ein CFD-Modell sollen erarbeitet werden. Die Temperaturverteilung im Bereich der Isolation der Leiter und der Spacer steht dabei im Vordergrund. Die Simulation soll bei einer maximalen Kupfertemperatur von 98°C und 110°C durchgeführt werden. Die Kühlmittelbewegung soll mit natürlicher und forcierter Ölströmung betrachtet werden. Die vorgegebene Geometrie soll im Bereich der Ölkanäle optimiert werden.

Vorgehen: Im ersten Teil werden theoretische Grundlagen zum Thema der Transformatorenkühlung erarbeitet. Mit dem erarbeiteten Grundverständnis wird ein 2D-CFD-Modell einer Oberspannungs-Scheibenspulenwicklung inklusive Kern und Unterspannungswicklung erstellt. Dies geschieht anhand einer Zeichnung, welche als Grundlage für das CAD-Modell dient. Mit den berechneten Verlustleistungen und Stoffwerten wird das CFD-Modell realisiert. Um mit diesem CFD-Modell die verschiedenen maximalen Kupfertemperaturen zu simulieren, werden die benötigten Parameter (Öltemperatur am Einlass, Massenstrom) ermittelt. Die Temperaturverteilung in den verschiedenen Betriebspunkten wird mit mehreren Abbildungen dargestellt und einige Maximalwerte tabellarisch festgehalten. Abschliessend wird die Geometrie im Bereich der Ölkanäle optimiert und mit dem Originalzustand verglichen.



Temperaturvergleich: original (links); optimiert (rechts)



Strömungsvergleich: original (links); optimiert (rechts)

Ergebnis: Die Unterschiede der natürlichen und erzwungenen Kühlmittelbewegung sind bei der Auswertung sehr gut zu erkennen. Bei der erzwungenen Ölbewegung liegt eine gleichmässige Temperaturverteilung über die gesamte Wicklung vor. Die maximale Temperatur tritt jeweils im oberen Bereich der Wicklung auf. Die Temperatur der Leiterisolation ist im äusseren Bereich der Scheibe um ca. 10K tiefer als in der Mitte. Die Isolation im Innern eines Scheibenblocks ist somit erhöhten thermischen Beanspruchungen ausgesetzt. Die Optimierung der Geometrie im Bereich der seitlichen Ölkanäle und der Ölbarrieren oben und unten zeigt eine Temperaturverringern in der Wicklung. Dies ist auf die erhöhte Ölfließgeschwindigkeit in den Ölkanälen zurückzuführen, welche durch die Verbreiterung ermöglicht wird.