

CADFEM Consulting

Erwärmungsberechnung an einer Drehstrom-Asynchronmaschine

Elektromagnetische Felder, Induktion, Verlustleistung, Kühlung

Ihr Ansprechpartner:

Dr. Martin Hanke

Tel. 030-4759666-22

E-Mail mhanke@cadfem.de

Aufgabenstellung

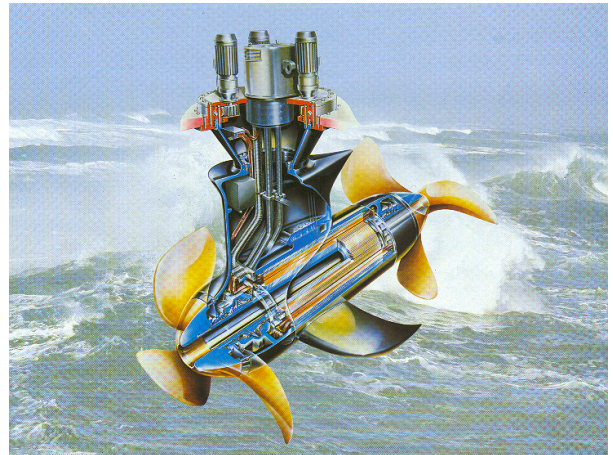
Die Schottel GmbH in Spay liefert u.a. Schiffsantriebe auf Basis von Drehstrom-Asynchronmaschinen im Leistungsbereich 2...5 MW. In solchen Maschinen wird Verlustwärme sowohl durch die Bestromung der Ständerwicklungen als auch durch induzierte Ströme in den Kurzschlussstäben des Läufers generiert. Ummagnetisierungsverluste tragen ebenfalls zur Aufheizung bei. Die Kühlung erfolgt durch das umgebende Meerwasser über das Bronzegehäuse sowie die durchströmte Bronze-Hohlwelle. Außerdem wird Kühlluft in die Wickelkopfräume und durch Luftkanäle in Ständer- und Läuferblechpaketen gedrückt. Eine FE-Simulation soll die zeitabhängige Erwärmung und die erreichten Temperaturen an kritischen Stellen liefern.

2D transiente EMAG-Simulation

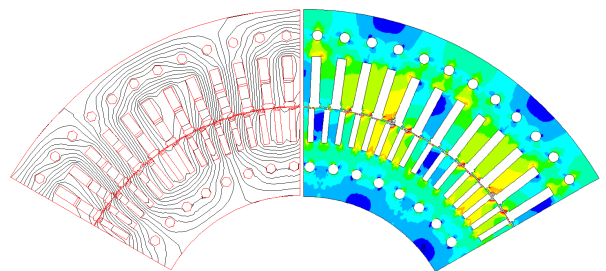
Die Bestimmung der Wärmegeneration in den Ständerwicklungen ist über die gegebenen Phasenströme und den ohmschen Widerstand relativ einfach. Die Stromdichteverteilung in den Kurzschlussstäben des Läufers ergibt sich jedoch durch elektromagnetische Induktion. Durch eine 2D-Elektromagnetik-Simulation mit ANSYS/Multiphysics werden aus dem Ständer-Drehfeld und den vorgegebenen Drehzahl- bzw. Schlupfwerten die Strom- und Flussdichteamplituden sowie dadurch verursachte Wärmegenerationsraten berechnet. Aufgrund des Prinzips der Asynchronmaschine muss ein vollständiger transienter Einschwingvorgang berechnet werden, bevor die stationären Werte extrahiert werden können. Dazu sind viele Zeitschritte erforderlich. Es zeigt sich, dass die konkrete Form der Blechschnitte einen erheblichen Einfluss auf die Ausprägung der Stromdichteverteilung besitzt.

3D transiente thermische Simulation

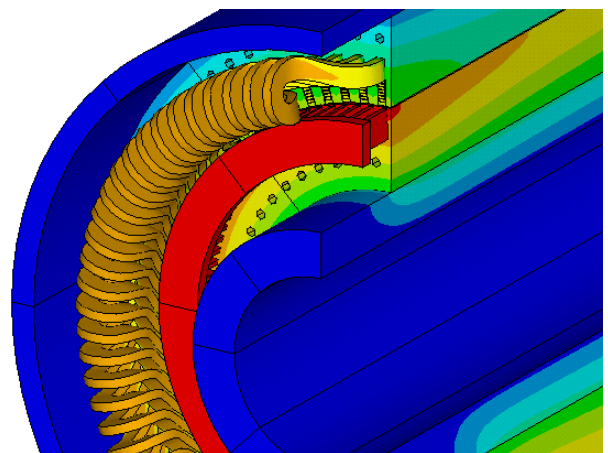
Die gemittelten Wärmegenerationsraten aus der EMAG-Simulation werden nun in ein 3D thermisches FE-Modell übertragen. Darin sind auch die Wickelköpfe sowie die Kurzschlussringe im Detail ausgeführt. Thermische Übergangsstellen zwischen den Komponenten sind als Kontakte modelliert. Konvektion und Wärmetransport werden mit Hilfe von SURFACE- und PIPE-Elementen über Kennzahlen dargestellt. Die Simulation liefert schließlich das zeitabhängige Erwärmungsverhalten des gesamten Maschinenkörpers.



Drehstrom-Asynchron-Schiffsantrieb der Baureihe SEP (Schottel Electric Propulsor)



2D transiente FE-Simulation des magnetischen Drehfeldes mit drehendem Rotor



Zeitabhängige 3D-Simulation des Erwärmungsvorganges unter Benutzung der Joule'schen Wärme.

Abbildungen mit freundlicher Genehmigung der Schottel GmbH & Co. KG