

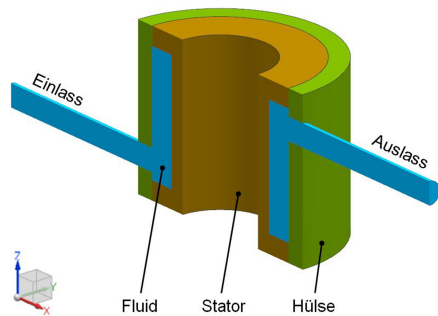


Simon Boller

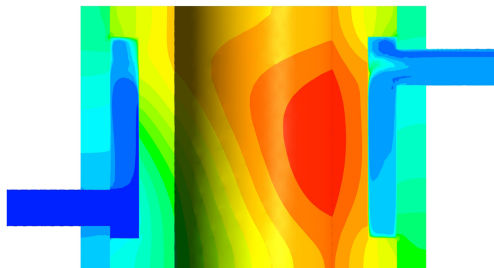
Diplomand	Simon Boller
Examinator	Prof. Dr. Henrik Nordborg
Experte	-
Themengebiet	Environmental Engineering
Projektpartner	Celeroton AG, Zürich, ZH

CFD-Optimierung eines Kühlsystems für ultrahochdrehende Motoren

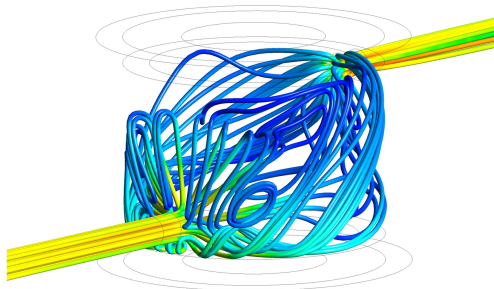
super>



Vereinfachte Geometrie des ursprünglichen Kühlsystems



Die Temperaturverteilung quer durch das Kühlsystem und an der Innenwand des Stators zeigt, dass die Ausgangslage nicht optimal gekühlt ist.



Strömungslinien durch das Kühlsystem

Einleitung: Die Firma Celeroton entwickelt und produziert ultrahochdrehende elektrische Antriebssysteme. Die Motoren zeichnen sich durch ihre kompakte Bauweise und eine hohe Leistungsdichte aus. Dies stellt besondere Anforderungen an die Kühlung der Motoren.

Ziel der Arbeit: Das Ziel dieser Projektarbeit ist die Optimierung des von Celeroton bisher verwendeten Kühlsystems des elektrischen Antriebs mittels CFD-Simulationen. Die CFD-Simulationen sollen mit Messwerten von Celeroton validiert werden. Anschliessend soll eine bezüglich Wärmeabfuhr und Druckabfall optimierte Geometrie der Kühlhülse gefunden werden. Die CFD-Resultate sollen zudem für die bestehende wie auch die optimierte Kühlhülse einen Zusammenhang zwischen der Fluidgeschwindigkeit (Re-Zahl), den Stoffeigenschaften des Kühlmittels (Pr-Zahl) und der Wärmeabfuhr (Nu-Zahl) liefern.

Ergebnis: Das von Celeroton bisher verwendete Kühlsystem wurde mit CFD-Simulationen analysiert und mit Messungen von Celeroton validiert. Es wurde überprüft, ob die beobachteten Abweichungen zwischen CFD-Simulation und Messung im ermittelten thermischen Widerstand mit der Wahl der Netzgrösse oder dem Turbulenzmodell zusammenhängen. Qualitativ sind in den CFD-Simulationen die richtigen Tendenzen zu erkennen. Weiter wurden zum Kontaktwiderstand im Luftspalt zwischen Stator und Hülse analytische Überlegungen durchgeführt und mittels in den CFD-Simulationen geprüft. Mit der Analyse von Temperaturen, Strömungslinien und Wärmeflüssen konnten Erkenntnisse zur Optimierung des Kühlsystems gewonnen werden. Es wurden verschiedene Modifikationen der Geometrie simuliert, wobei die optimierte Variante einen etwa halb so grossen Wärmewiderstand bei einem höheren Druckverlust aufweist. Ein analytischer Zusammenhang zwischen Nu-Zahl, Pr-Zahl und Re-Zahl wurde methodisch angedacht. Die Fertigstellung dieses Zusammenhangs aufgrund von Resultaten einer CFD-Parameterstudie konnte aus Zeitgründen nicht abgeschlossen werden. Eine Weiterführung dieser CFD-Simulationen zur Entwicklung der Zusammenhänge und der Optimierung des Kühlsystems erscheint sinnvoll und wird empfohlen.