

Fachbeispiel

Ölsprühkühlung an elektrischen Maschinen

Optimierung von Öl-Sprühkühlungen an elektrischen Maschinen

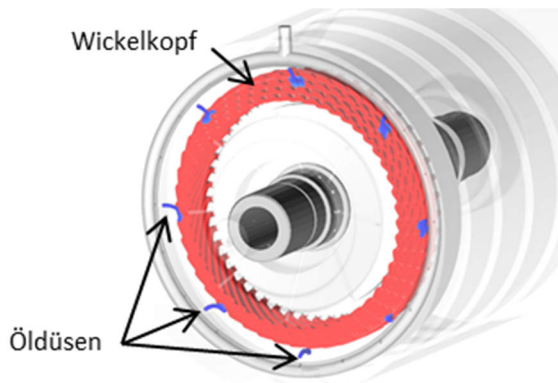


Abbildung 1: Wickelkopf mit Öleindüsung

Je nach Lastfall können bei elektrischen Maschinen Leistungsdichten auftreten, bei denen am Wickelkopf verstärkt Wärme abgeführt werden muss. Häufig kommen dabei Sprühkühlungen zum Einsatz, bei denen ein kühlender Öl-Strahl auf die Oberfläche des Wickelkopfs gesprüht wird. In frühen Phasen der Entwicklung kann es erforderlich sein, derartige Systeme in sehr kurzer Zeit auslegen zu müssen. Dabei müssen neben den

geometrischen Parametern der Düsen u. a. auch Düsenanzahl, Ölmassenströme oder auch Oberflächentemperaturen des Wickelkopfes schnell bewertet werden können. Abbildung 1 zeigt einen Wickelkopf (rot), bei dem insgesamt 8 Öl-Düsen (Öl-Strahl blau eingefärbt) zur Kühlung eingesetzt werden. Aus Darstellungsgründen wurde der vordere Bereich der Düsengeometrie ausgeblendet.

Partikelbasierte CFD-Solver ermöglichen eine schnelle Berechnung der Ölausbreitung auf der Wickelkopfoberfläche und bieten mittlerweile auch die Möglichkeit, Wärmeübertragungsphänomene zu berücksichtigen. Somit hat man die Möglichkeit, schnell Sprühkühlungen zu berechnen und hinsichtlich der Wärmeübertragung in guter Näherung zu bewerten. Kombiniert man einen SPH-Solver mit einem Optimierungstool, kann man darüber hinaus sehr schnell unterschiedlichste Sprühkühlungsvarianten virtuell generieren, hinsichtlich Kühlung bewerten und gezielt optimieren.

Abbildung 2 zeigt einen Simulationsworkflow der für die Auslegung und Optimierung eines Sprühkühlungssystems verwendet wurde.

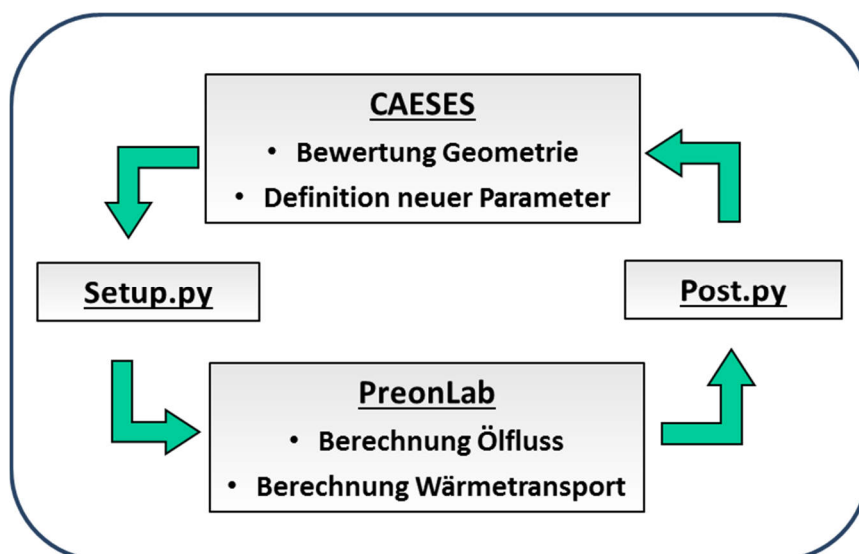


Abbildung 2: Optimierungsworkflow Sprühkühlung

Zur CFD-Simulation wurde die Software PreonLab von FIFTY2 Technology GmbH verwendet, die Optimierung erfolgte mittels CAESES von FRIENDSHIP SYSTEMS AG. Zum Einsatz kamen zusätzlich selbstprogrammierte Python-Subroutinen, um eine parametrisierte Geometrie- und Modellerzeugung in PreonLab sowie zusätzliche Auswerteschritte zu ermöglichen.

Typisch für frühe Auslegungsphasen ist, dass man sich zunächst auf einige wenige Optimierungsparameter beschränkt, um schnell Aussagen treffen zu können. Daher wurden zunächst 3 Parameter (Durchmesser, Anzahl und Neigungswinkel der Düsen) variiert. Die mittlere Rechenzeit betrug ca. 2 Stunden je Designvariante, zur Optimierung wurden 40 Varianten berechnet. Abbildung 3 zeigt die Öl- und Temperaturverteilung bei einer Variante mit 8 gleichmäßig verteilten Öl-Düsen zum Zeitpunkt 4 Sekunden.

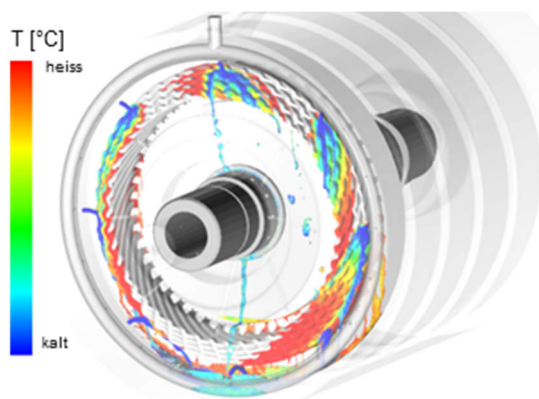


Abbildung 2: Ölverteilung und -temperatur (8 Düsen)

Im oberen Bereich kann das Öl der Geometrie nicht folgen und fließt schwerkraftgetrieben ab, ohne einen Beitrag zur Kühlung zu leisten. Im unteren Bereich reicht der Impuls des Ölstrahls nicht aus, um den Wickelkopf zu benetzen.

Abbildung 4 zeigt die optimierte Variante mit 12 Düsen, ebenfalls zum Zeitpunkt 4 Sekunden. Hier ist eine deutlich gleichmäßigere Benetzung des Wickelkopfes zu erkennen. Der untere Teil wird ebenfalls besser benetzt, allerdings ist auch

hier noch Verbesserungspotential zu erkennen. Die sich aus den Simulationen ergebenden Wärmeübertragungswerte liegen in der erwarteten Größenordnung, so dass diese für die Optimierung als Zielgröße verwendet werden können.

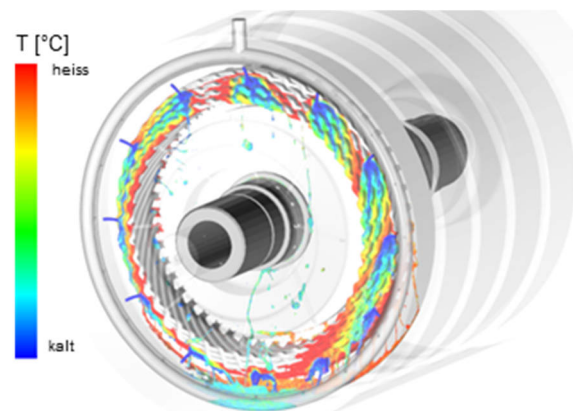


Abbildung 3: Ölverteilung und -temperatur (optimierte Variante mit 12 Düsen)

Der modulare Aufbau des Simulationsworkflows gestattet es, je nach Anforderung sehr einfach weitere Designparameter in die Optimierung mit einzubeziehen. Zusätzlich können bei Bedarf auch andere Softwarepakete integriert werden. Ein weiterer Vorteil des modularen Aufbaus ist, dass dieser Workflow sehr einfach auf andere Fragestellungen, z.B. im Getriebebereich übertragbar ist.

Weitere Informationen finden Sie in unserem Vortrag von der Automotive CAE Grand Challenge 2019 in Hanau, „Software-Based Optimization of E-Machine Spray Cooling Systems“.

Sie haben Interesse an der Methode oder Bedarf an weiteren Informationen? Gerne stehen wir für Ihre Fragen zur Verfügung.

CFD-Know-how seit 1990.
Mit uns können Sie rechnen.

Standort Heidenheim
Bahnhofplatz 3
89518 Heidenheim
Tel. +49 (0)7321 34 93-3
Fax +49 (0) 7321 34 93-59

Standort München
Ingolstädter Str.22
80807 München
Tel.+49 (89) 35 82 80-6
Fax +49 (89) 35 82 80-89