

Entwicklung und Validierung von Wärmeübergangsmodellen für die Öl-Sprühnebelkühlung von Antriebsmaschinen für Elektro- und Hybridfahrzeuge

Elektrische Motoren in batterieelektrischen Fahrzeugen werden immer kompakter, wobei die Leistung der Antriebe gleichbleibt. Konventionelle Kühlmethoden, wie zum Beispiel die Wassermantelkühlung, stoßen dabei an ihre Grenzen. Durch die Verwendung einer Sprühnebelkühlung zur direkten Kühlung der Wickelköpfe kann die Leistungsdichte von elektrischen Maschinen signifikant gesteigert werden. Die Vorausberechnung der Kühlung ist jedoch beim gegenwärtigen Stand der Technik nahezu unmöglich.

Um diese Problematik in der Vorausberechnung zu beheben, wurden in dem folgenden Projekt generische, auf breiter parametrischer Basis abgesicherte thermische Modelle für eine sprühnebelgekühlte Elektromaschine für Traktionsantriebe entwickelt. Dabei wurden drei verschiedene Varianten der Benetzung untersucht (vergleiche untenstehende Abbildung).

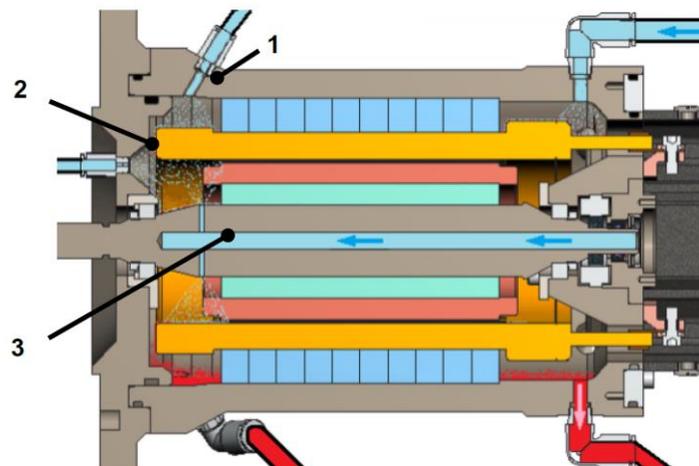


Bild: Skizze eines Elektromotors mit Sprühnebelkühlung. Dargestellt sind die Möglichkeiten der Zufuhr des Kühlmediums: Radiale Benetzung ausgehend vom Gehäuse (1), stirnseitige Benetzung (2) und Zuführung des Kühlmediums über die Welle mit radialer Benetzung ausgehend von der Welle (3).

Auf Basis eines binären Glycerin/Wasser-Gemischs kann der Wärmeübergang von verschiedenen Getriebeölen in einem breiten Temperaturbereich vorhergesagt werden. Bei statischen Messungen des konvektiven Wärmeübergangs wurde gezeigt, dass der Wärmeübergang maximal wird, sobald die benetzte Fläche mit direktem Tropfenaufprall maximiert wird. Eine Lackschicht, wie sie bei Wicklungen in elektrischen Maschinen vorliegt, hat keinen Einfluss auf den konvektiven Wärmeübergang und kann somit vernachlässigt werden. Unterschiedliche Krümmungen beeinflussen den Fluidabfluss und daher auch den konvektiven Wärmeübergang. So verbessert sich der konvektive Wärmeübergang bei konvexen Oberflächen, da der Fluidabfluss verbessert wird, bei konkaven Oberflächen wird der Wärmeübergang entsprechend schlechter. Die Rotation der Welle hat bei einer Benetzung von der Stirnseite oder von

radial außen vom Gehäuse keinen messbaren Einfluss auf den Wärmeübergang und kann daher in der Modellbildung vernachlässigt werden. Ein Wärmeübergangsmodell wurde auf Grundlage von ca. 900 unterschiedlichen Betriebspunkten des Modellfluids und Getriebeöls abgeleitet. Das Wärmeübergangsmodell ermöglicht eine Bestimmung der Wärmeübergangskoeffizienten axial sowie radial sprühnebelgekühlter Statoren für unterschiedliche Anzahlen und Arten von Vollkegeldüsen. Weiterhin gelang es das Konzept des Modellfluids auf Basis der Getriebeölmessungen zu validieren.

Autoren: Prof. Dr.-Ing. Martin Doppelbauer, M. Sc. Felix Hoffmann
Elektrotechnisches Institut – Karlsruher Institut für Technologie
Prof. Dr.-Ing. Thomas Wetzel, Dr.-Ing. Benjamin Dietrich, M. Sc. Jonas Bender
Institut für Thermische Verfahrenstechnik – Karlsruher Institut für Technologie

Kontakt: Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA)
Alexander Raßmann
T 069- 6603 -1820

Das IGF-Vorhaben IGF-Nr. 20913-N der Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA) wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Hintergrundinformationen zur FVA

Die FVA (Forschungsvereinigung Antriebstechnik e. V.) ist das weltweit erfolgreichste und größte Forschungs- und Innovationsnetzwerk in der Antriebstechnik. Zusammen mit rund 200 Unternehmen und 100 Forschungsinstituten haben wir bisher weit über 2.000 Projekte realisiert.

Die Antriebstechnik voranzubringen – das ist das Ziel der FVA. Dazu bringen wir Industrie und Forschung zusammen. Dies zu moderieren, neues Wissen zu erforschen, Effizienz und Erkenntnisse zu schaffen – das macht uns zum Innovationsförderer unsere Branche.

Für unsere Mitglieder bedeutet das einen mehrfachen Return-on-Invest: Austausch und Kenntnistransfer in der FVA-Community, Mitgestaltung an der Forschung, Teilhabe an neuestem Wissen, Ausbildung von jungen Ingenieur*innen, passgenaue Weiterbildung, Reduzierung von F+E Kosten.

Das kommt unseren Mitgliedsunternehmen, dem Forschungsstandort Deutschland und allen beteiligten Menschen zu Gute. Denn unsere vorwettbewerbliche Gemeinschaftsforschung ist etwas ganz Besonderes. Gemeinsam geht einfach mehr. Dafür bündeln wir Ressourcen, auch finanzielle, moderieren Kommunikation und Prozesse. Wir helfen, Ideen zu verwirklichen. **Weitere Informationen unter www.fva-net.de.**