

## **Thermalmodellentwicklung von Schlüsselkomponenten in batterie/hybrid-elektrischen Luftfahrtantrieben**

Die prognostizierte Marktentwicklung des Luftverkehrs und der einhergehende steigende Einfluss auf den anthropogenen Klimawandel führen zu strikten politischen Rahmenbedingungen in zukünftigen Luftfahrzeugen. Eine bloße Effizienzsteigerung konventioneller Antriebssysteme ist unzureichend und Alternativen werden für die entsprechenden Anwendungen gefordert. Für den regionalen Luftverkehr stellen batterieelektrische Antriebssysteme eine potentielle Lösung dar. Notwendige Schlüsselkomponenten existieren zwar, für eine erfolgreiche Integration müssen jedoch deutliche Steigerungen in ihrer Effizienz, Leistungs- und Energiedichte erreicht werden. Trotz sehr hoher Komponentenwirkungsgrade von über 96 %, stellt die entstehende Abwärme in diesen Komponenten für den Megawatt-Leistungsbereich ein erhebliches Problem dar, sodass die maximalen Betriebstemperaturen bei unzureichender Kühlung aufgrund der kompakten Bauweise schnell überschritten werden können. Aus diesem Grund werden in dieser Arbeit dedizierte Thermalmodelle für den Elektromotor, die Leistungselektronik und die Batterie entwickelt. Auf Basis des Regionalflugzeugs Saab 340 werden relevante Technologien, Topologien, Architekturen, Materialien und Thermoregulationsmethoden für einen Permanentmagnet-Synchronmotor, einen 3-Phasen-2-Level-Wechselrichter und ein Lithium-Ion-Batteriepaket in Form von Thermalmodellen entwickelt, die eine detaillierte Integration in das Thermalmanagementsystem des Flugzeugs erlauben. Weiterhin findet eine thermische Potentialabschätzung statt, sodass kritische Betriebszustände während einer Referenzflugmission identifiziert werden können.

## **Thermal model development of key components in battery/hybrid electric propulsion systems**

The predicted market development of air traffic and the associated increasing impact on anthropogenic climate change are leading to strict political framework regulations for future aircraft. Increasing the efficiency of conventional propulsion systems alone is insufficient and alternatives are required for the corresponding applications. Battery-electric propulsion systems are a potential solution for regional air traffic. Although the necessary key components exist, significant increases in their efficiency, performance and energy density must be achieved for successful integration. Despite high component efficiencies of over 96 %, the waste heat generated in these components poses a significant problem for the megawatt power range, so that the maximum operating temperatures can quickly be exceeded if cooling is inadequate due to the compact design. For this reason, dedicated thermal models for the electric motor, the power electronics and the battery are developed in this work. Based on the Saab 340 regional aircraft, relevant technologies, topologies, architectures, materials and thermoregulation methods for a permanent magnet synchronous motor, a 3-phase 2-level inverter and a lithium-ion battery pack are developed by means of thermal models that enable detailed integration into the aircraft's thermal management system. Furthermore, a thermal potential assessment is carried out in order to identify critical operating conditions during a reference flight mission.