

Simulationsgestützte Optimierung eines Inverterkühlers mit Gehäuse

Diplomand



Luca Paparo

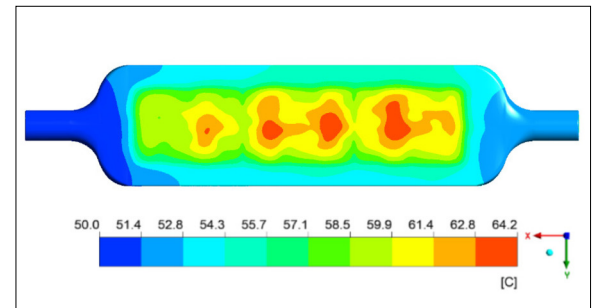
Ziel der Arbeit: Das Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung eines Konzepts für einen Inverterkühler mit zugehörigem Gehäuse, das innovative Lösungen zur Optimierung der Kühlleistung und des Druckverlustes bietet. Dabei werden effiziente Gestaltungsprinzipien, unter Einbeziehung additiver Fertigungsmethoden berücksichtigt. Die Kontaktfläche zwischen dem Kühler und der zu kühlenden Elektronikkomponente darf bei zwei in Serie geschalteten Kühlern den Maximalwert von 80°C nicht übersteigen. Das Projekt ist Teil des Formula Student Rennwagens der Ostschweizer Fachhochschule.

Vorgehen: Das Vorgehen beinhaltet eine umfassende Literatur- und Patentrecherche, die Erstellung und Bewertung verschiedener Kühlkonzepte sowie die Durchführung von Simulationen und Vorversuchen zur Strukturfindung. Der Fokus liegt dabei auf TPMS-Strukturen (Triply Periodic Minimal Surface) im Inneren des Kühlers, um die Wärmeabfuhr sowie die Temperatur der Kontaktflächen zwischen den Inverterkomponenten und dem Kühler zu optimieren. Um mehrere Szenarien abzudecken, werden die Simulationen jeweils mit 20°C und 50°C Eintrittsfluid durchgeführt.

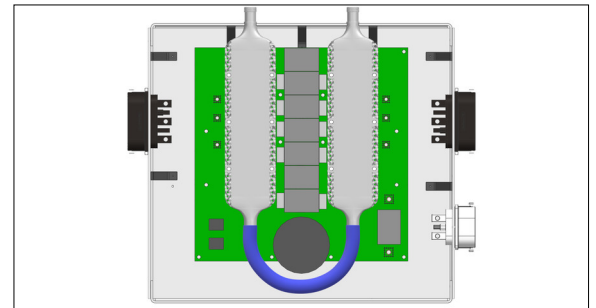
Ergebnis: Die Vorstudie zeigte durch Tests von drei verschiedenen TPMS-Strukturen, zur Identifizierung der optimalen Kühlerinnenstruktur, dass die Lidinoid-Struktur die besten Ergebnisse liefert. Durch mehrere Iterationen zur Druckverlustreduzierung und Temperaturoptimierung konnte ein optimierter Kühler entwickelt werden. Bei Einlasstemperaturen von 20°C und 50°C reduzierte dieser dabei die maximale Kontaktflächentemperatur um bis zu 40% mehr, im Vergleich zu herkömmlichen Kühlern. Bei 50°C Einlasstemperatur erreichten die in Serie

geschalteten, optimierten Kühler eine maximale Kontaktflächentemperatur von 66.8°C, eine Ausgangstemperatur des Fluids von 55.2°C und einen gesamten Druckverlust von 23'598 Pascal. Dies entspricht einer zu überwindenden Pumpenleistung von 3.1 Watt. Es wird empfohlen, die Elektronikkomponenten unterschiedlich stark auszulasten, um eine gleichmässige Temperaturverteilung der in Serie geschalteten Kühler zu erreichen.

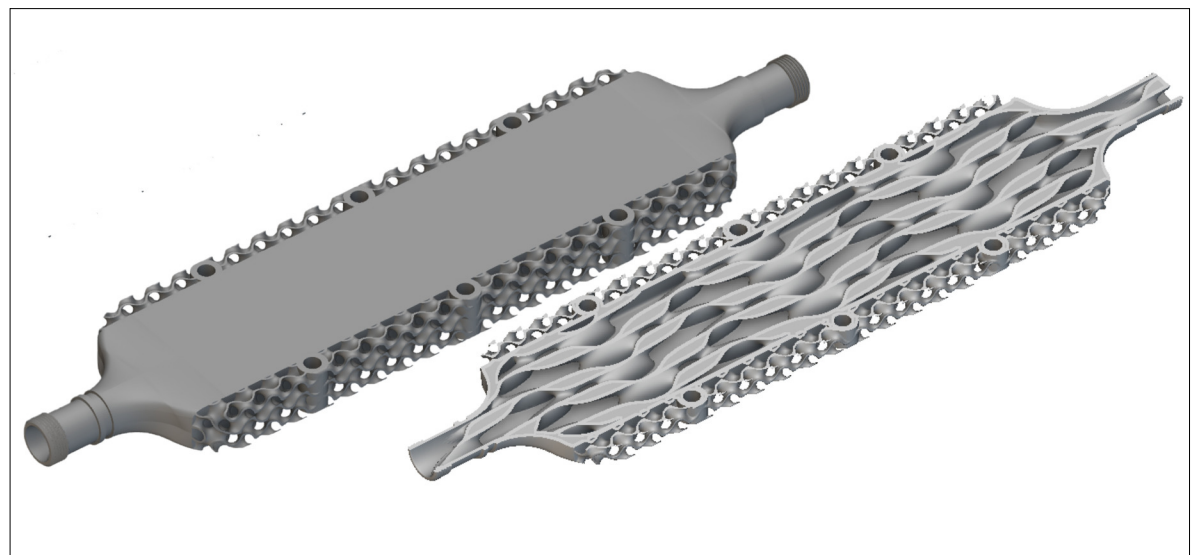
Maximale Kontaktflächentemperatur des optimierten Kühler bei 50° Einlasstemperatur
Eigene Darstellung



Offenes Gehäuse mit beiden Kühler, PCB und den vorgegebenen Komponenten
Eigene Darstellung



Optimierter Kühler, Produktionsbereit und im Höhenschnitt
Eigene Darstellung



Referent

Prof. Dr. Dario Schaefroth

Korreferent

Prof. Dr. Marco Hutter, ETH Zürich, ZH

Themengebiet

Simulationstechnik, Fertigungstechnik, Produktentwicklung

Projektpartner

Racing OST, Rapperswil-Jona, St. Gallen