



## ADDITIV GEFERTIGTE WÄRMESENKE FÜR ANWENDUNGEN AUS DER QUANTENTECHNOLOGIE

### Aufgabenstellung

In Quantentechnologieanwendungen werden optische Komponenten hochgenau auf individuelle Betriebstemperaturen geregelt, um einen effizienten Betrieb zu gewährleisten. Die thermische Regelung erfolgt dabei über Wärmesenken, die im Gegensatz zu den optischen Komponenten meist aus metallischen Werkstoffen gefertigt sind. Im Betrieb ergeben sich dabei thermisch induzierte mechanische Spannungen zwischen Wärmesenke und optischer Komponente, weil die kombinierten Materialien unterschiedliche thermische Ausdehnungen zeigen. Weiterhin besteht die Herausforderung, die Temperaturen in optischen Komponenten lokal und trennscharf einstellen zu können mit minimal ausgedehnten thermischen Übergangsbereichen zwischen verschiedenen Temperaturfeldern.

### Vorgehensweise

Die Designfreiheit der Additiven Fertigung wurde eingesetzt, um eine multifunktionale Wärmesenke zu entwickeln. Dabei wurden auf Basis thermischer Simulationen innovative Design Features wie Gitterstrukturen eingesetzt und neuartige Strukturelemente entwickelt, die eine lokale Einstellung des mechanischen Verhaltens erlauben. Die Wärmesenke wurde additiv mittels Laser Powder Bed Fusion (LPBF) aus der Titanlegierung TiAl6V4 hergestellt und im Anschluss spannungsarm gegläht, um LPBF-prozessinduzierte Verformungen zu vermeiden.

### Ergebnis

Die Kompensation thermisch induzierter Spannungen im Übergangsbereich zwischen optischer Komponente und Wärmesenke wurde durch ein innovatives Designprinzip erreicht. Konkret wurde durch eine maßgeschneiderte mechanische Steifigkeit eine definierte Verformung im Betrieb eingestellt. Die Minimierung thermischer Übergangsbereiche wurde durch die Verwendung von Gitterstrukturen sichergestellt, die die zwei unterschiedlich temperierten Bereiche der Wärmesenke verbinden. Die Kombination aus notwendiger mechanischer Stabilität bei maximaler thermischer Isolation ermöglicht eine Minimierung des thermischen Übergangsbereichs.

### Anwendungsfelder

Das Konzept der Wärmesenke kann insbesondere auf dem Gebiet der Quantentechnologie angewendet werden. Außerdem bietet das Konzept Potenzial im Bereich von Laseranwendungen im Weltall, wo die Ausfallsicherheit der optischen Komponente höchste Priorität hat. Darüber hinaus können im Allgemeinen Verbesserungen in technischen Systemen erreicht werden, die aus unterschiedlichen Werkstoffen bestehen und in denen eine genaue Temperierung erforderlich ist.

### Ansprechpartner

Juri Munk M. Eng., DW: -8111  
juri.munk@ilt.fraunhofer.de

Jasmin Saewe M. Sc., DW: -135  
jasmin.saewe@ilt.fraunhofer.de

3 Additiv gefertigte Wärmesenke.  
4 Funktionale Strukturen  
zur thermischen Kompensation.