



# AUTOMATISIERTE WÄRME-QUELLENKALIBRIERUNG BEIM LASERSTRAHLSCHWEISSEN

## Aufgabenstellung

Kommerziell verfügbare Software zur Simulation des Laserstrahlschweißens erfasst in der Regel nicht alle physikalischen Phänomene, sondern bildet den Energieeintrag anhand einer parametrisierten Volumenquelle ab. Um eine äquivalente Beschreibung des Wärmeeintrags zu erreichen, werden die Werte der Parameter in einem iterativen Prozess durch Ausprobieren so lange kalibriert, bis berechnete und experimentelle Werte für die Temperatur hinreichend gut übereinstimmen. In jedem Iterationsschritt wird eine partielle Differenzialgleichung (PDE) in drei Raumdimensionen mit herkömmlichen Finite-Elemente(FE)-Verfahren unter einem erheblichen Rechenaufwand gelöst. Die Anzahl der Iterationsschritte hängt stark von der geschickten Anpassung der Parameter ab und erfordert ein fundiertes Expertenwissen.

## Vorgehensweise

Ziele dieses Projekts sind die Automatisierung und Beschleunigung des Kalibrierungsprozesses bei mindestens gleicher Zuverlässigkeit gegenüber der etablierten Methodik. Zur Anpassung der Parameterwerte sowie zur Beurteilung der Übereinstimmung zwischen Simulation und Experiment werden Optimierungsverfahren angewandt. Zur Lösung der PDE werden parallelisierte effiziente numerische Verfahren sowie das Modellreduktionsverfahren Proper Orthogonal Decomposition (POD) eingesetzt.

## Ergebnis

Durch die schnelle, automatisierte und zuverlässige Bestimmung der Parameterwerte entfällt die zeit- und somit kostenintensive Kalibrierungsphase durch einen Experten.

Die entwickelten effizienten numerischen Verfahren in Kombination mit dem POD-Verfahren bringen im Vergleich zu herkömmlichen FE-Verfahren eine erhebliche Zeitersparnis. So können die Parameterwerte einer Volumenquelle innerhalb weniger Stunden automatisiert und mit kontrollierbarem Fehler bestimmt werden.

## Anwendungsfelder

Die entwickelten Methoden ermöglichen eine automatisierte, schnelle und zuverlässige Kalibrierung der parametrisierten Wärmequelle. Dies ist die Grundlage für eine effiziente Schweißsimulation zur Vorhersage von Prozessqualitätsmerkmalen wie Verzug und Eigenspannungen.

## Ansprechpartner

Dipl.-Phys. Ulrich Jansen  
 Telefon +49 241 8906-680  
 ulrich.jansen@ilt.fraunhofer.de

Dr. Markus Nießen  
 Telefon +49 241 8906-307  
 markus.niessen@ilt.fraunhofer.de

- 4 Mit POD berechnete Temperatur für die Schweißung eines T-Stoßes.
- 5 Berechnete Schmelzlinie und zugehöriger Querschliff.