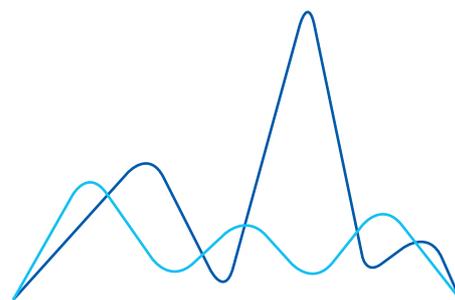


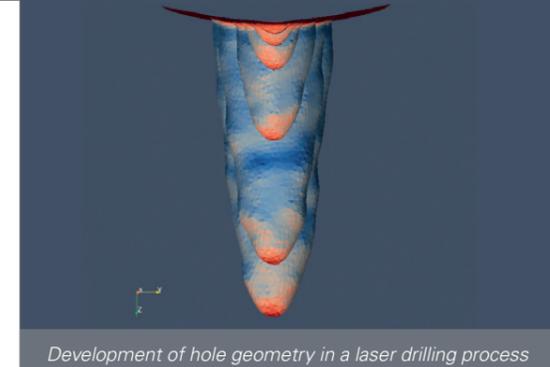
## Modeling and Simulation

*Modellierung und Simulation*



INSTITUT FÜR  
STRAHLWERKZEUGE

[www.ifsw.uni-stuttgart.de](http://www.ifsw.uni-stuttgart.de)



Development of hole geometry in a laser drilling process

# MODELING AND SIMULATION

## Modellierung und Simulation

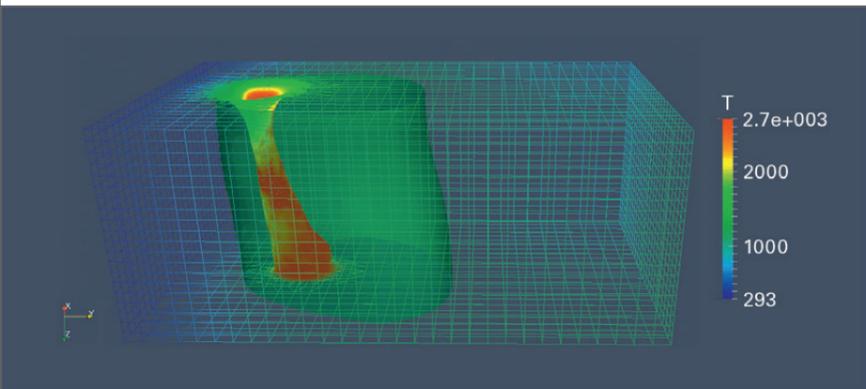
Die Modellierung und Simulation von Laser-materialbearbeitungsprozessen besitzen am IFSW eine lange Tradition. Aktuelle Anwendungen beinhalten die Simulation der Einkopplung von Laserstrahlung in Kapillaren, den Wärmeleitungseffekten in Metallen und Verbundwerkstoffen, der Modellierung der Heißrisseigung beim Laserstrahlschweißen von 6000er-Aluminium bis hin zur Simulation der Durchmischung beim Laserstrahlschweißen artungleicher Metalle. Hierbei geht die Tiefe der Modellabbildung von vereinfachten analytischen Wärmeleitungsmodellen bis hin zu komplexen numerischen Strömungsmodellen, gekoppelt an einen Raytracing-basierten Energieeintrag unter Einbezug temperaturabhängiger Werkstoffkennwerte. Zur Plausibilitätsprüfung und Kalibrierung dieser Modelle stehen am IFSW diverse diagnostische Verfahren zur Verfügung. Die so validierten Modelle erlauben gezielte Parametervariation und Optimierung zur Entwicklung stabiler und zuverlässiger Laser-materialbearbeitungsprozesse.

Aktuelle Prozessschwerpunkte im Bereich der Modellierung und Simulation sind:

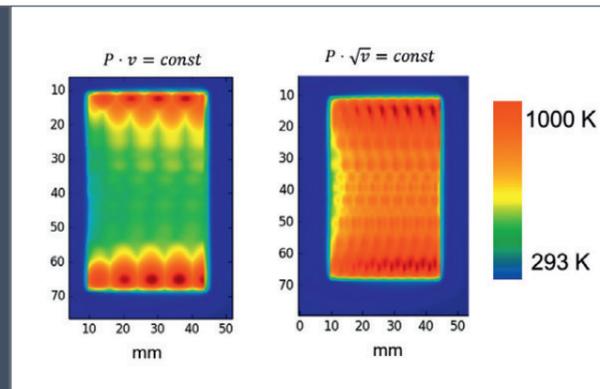
- Härten
- Schweißen
- Schneiden
- Bohren
- Strukturieren

Das IFSW verfügt über Expertise in der Modellierung und Simulation folgender physikalischer Effekte:

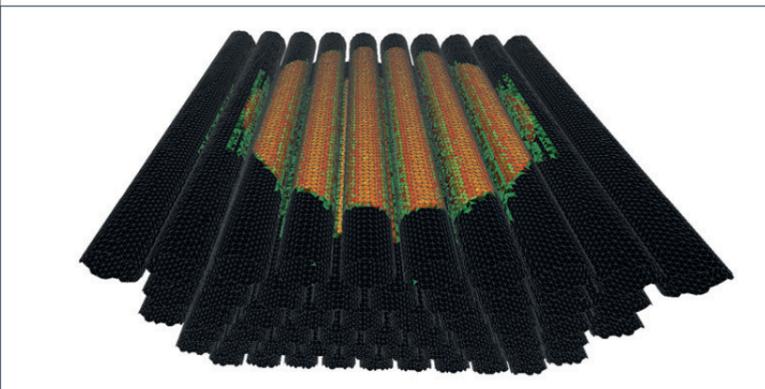
- Laserstrahlpropagation
- Raytracing
- Absorption
- Wärmeleitung
- Phasenübergänge
- Fluidynamik
- Erstarrung



Coupling of ray-tracing to CFD for transient simulation of laser welding



Local maximum temperature during laser hardening



Distribution of absorbed intensity on a CFRP surface

The IFSW has many years of experience in the modeling and simulation of laser-based material processing. Current applications include the simulation of the absorption of laser radiation in capillaries and of heat conduction effects in metals and composite materials, the analytical modeling of the hot-cracking sensitivity of 6000-series aluminum alloys during laser welding, and also the simulation of the mixing of dissimilar metals in laser welding.

The models created range in depth from simplified analytical thermal conduction models to complex numerical fluid-flow models coupled to a ray-tracing-based energy input, which take into account temperature-dependent material properties.

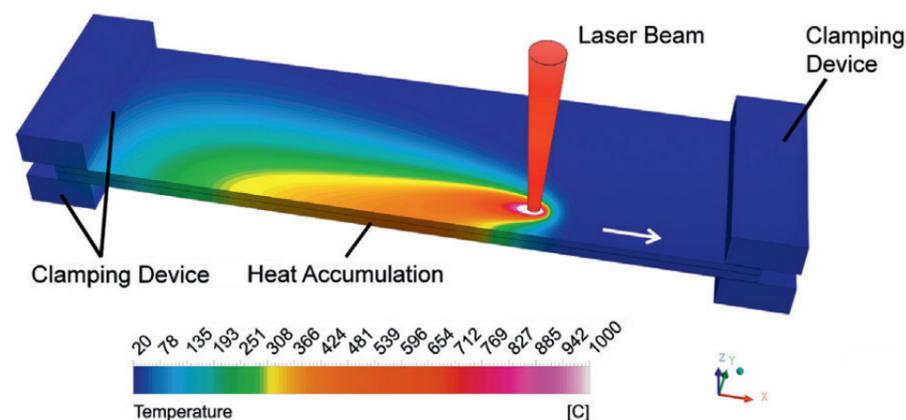
Various diagnostic procedures are used at the IFSW to conduct plausibility checks and calibrate these models. The validated models permit the targeted variation of parameters, and the optimized development of stable and reliable laser-based material processing methods.

Current process priorities in the field of modeling and simulation are:

- hardening
- welding
- cutting
- drilling
- structuring

The IFSW has expertise in the modeling and simulation of the following physical effects:

- laser beam propagation
- ray-tracing
- absorption
- heat conduction
- phase transitions
- fluid dynamics
- solidification



Heat accumulation during close-edge welding

Abb. oben:

Links: Kopplung von Raytracing mit Fluidynamik beim Lasertiefschweißen

Mitte: Lokale Maximaltemperatur beim Laserhärten

Rechts: Verteilung der absorbierten Intensität auf einer CFK-Oberfläche

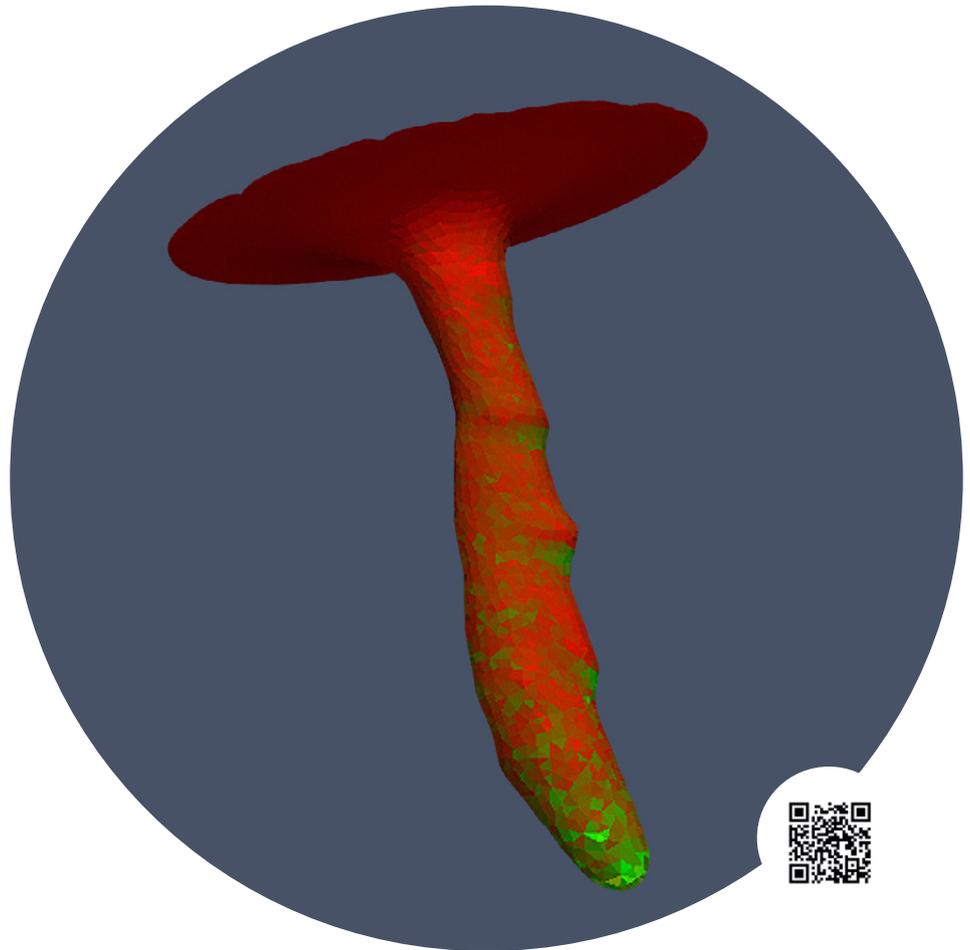
Abb. unten links:

Wärmestau beim randnahen Schweißen

**IFSW**

INSTITUT FÜR  
STRAHLWERKZEUGE

[www.ifsw.uni-stuttgart.de](http://www.ifsw.uni-stuttgart.de)



CONTACT  
Kontakt

**University of Stuttgart**  
**Institut für Strahlwerkzeuge (IFSW)**

Pfaffenwaldring 43  
70569 Stuttgart  
Germany

[www.ifsw.uni-stuttgart.de](http://www.ifsw.uni-stuttgart.de)

apl. Prof. Dr. phil. nat. Rudolf Weber  
Head of Process Development  
Department

Tel.: +49 (0)711 / 685 - 66844  
Fax: +49 (0)711 / 685 - 66842

[rudolf.weber@ifsw.uni-stuttgart.de](mailto:rudolf.weber@ifsw.uni-stuttgart.de)