

OPTISCHE SIMULATIONEN ZUR STRAHL-OSZILLATION BEIM LASERSCHNEIDEN

OPTICAL SIMULATION OF BEAM OSCILLATION DURING LASER CUTTING

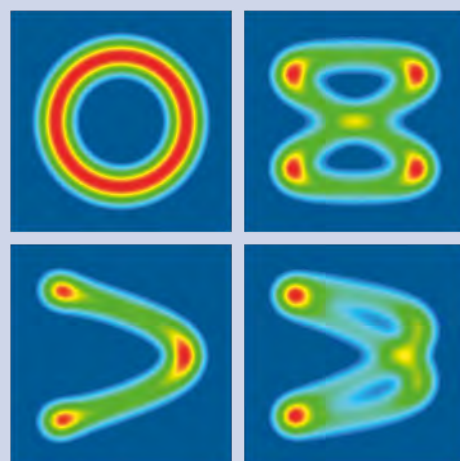
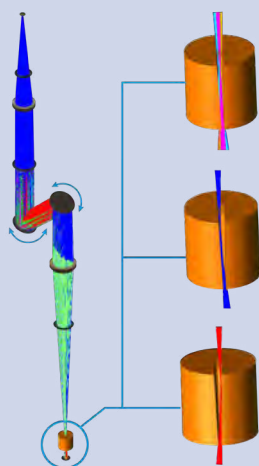
The optimization of laser materials processing is one of Fraunhofer IWS' core areas of expertise. The scientists aim to improve the processing results with high-frequency beam deflection within the process zone. In this context, a multitude of system engineering solutions for different processes has already been developed. The key to optimal implementation, however, lies in gaining a fundamental understanding of the interaction mechanisms.

Beam intensity, interaction time and material characteristics all play a crucial role in laser materials processing. For a conventional static beam, the optical setup, the applied

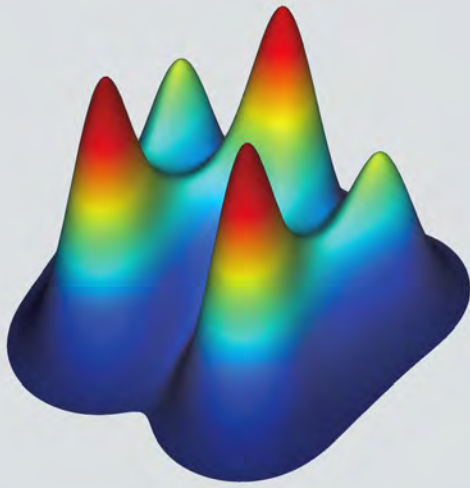
Prozesse der Lasermaterialbearbeitung zu optimieren, gehört zu den Kernkompetenzen des Fraunhofer IWS. Ziel ist es, die Bearbeitungsergebnisse mit hochfrequenten Strahlablenkungen innerhalb der Prozesszone zu verbessern. Dabei entstand bereits eine Vielzahl systemtechnischer Lösungen für verschiedene Verfahren. Der Schlüssel zur optimalen Umsetzung liegt in einem grundlegenden Verständnis der Wirkzusammenhänge.

Die Strahlintensität, die Wechselwirkungszeit und die Materialkennwerte spielen in der Lasermaterialbearbeitung eine entscheidende Rolle. Bei einem konventionellen statischen Strahl definieren das optische Setup, die applizierte Leistung und die

Optical setup for beam oscillation



Computed energy flux distributions for different oscillation patterns.



1

Fokuslage die wirksame Intensität. Die Spotgröße und die Bearbeitungsgeschwindigkeit bestimmen die Wechselwirkungszeit. Jedoch führen die adressierbaren Parameterkonstellationen für einen gegebenen Werkstoff nicht immer zum gewünschten Bearbeitungsergebnis. Abhilfe schaffen dynamische Lösungsansätze mit oszillierenden Strahlen. Aus physikalischer Sicht führt der periodisch ausgelenkte Strahl zu einer Umverteilung der werkstoffseitigen Energiedeposition. In der Folge können optimale Parametereinstellungen die Bearbeitungsergebnisse verbessern. Für den Anwendungsfall des Schmelzscheidens wiesen Forscher am Fraunhofer IWS beispielsweise höhere Bearbeitungsgeschwindigkeiten und höherwertige Schnittkanten mit hochfokussierten oszillierenden Strahlen nach.

Optische Simulationen visualisieren Strahlbewegung

Für das Verständnis der Wirkzusammenhänge ist es bedeutsam, die Strahlbewegung innerhalb der Prozesszone abbilden zu können. Optische Simulationen ermöglichen die Visualisierung der Strahlbewegung im Frontbereich des Schnittspalts. Aus den Ergebnissen lässt sich schließen, dass die obere Schnittspaltbreite mit der umhüllenden Strahlkaustik des oszillierenden Strahls korreliert. Im Schnittspalt selbst führen variierende Auslenkwinkel zur Bestrahlung unterschiedlicher Regionen. Die hohe Strahlintensität ermöglicht lokal hohe Schmelzraten. Andererseits gewährleisten die Wissenschaftler adäquate schneidgasinduzierte Austriebsraten, indem sie die Schnittspaltgeometrie anpassen. Auf diese Weise lassen sich mit einem oszillierenden Strahl bei kleinen Fokusabmessungen und kleiner Rayleighlänge gute Schneidergebnisse erzielen.

power and the focus position define the effective intensity. The spot size and processing speed determine the interaction time. However, the addressable parameter constellations for a given material do not always lead to the desired processing result. Dynamic approaches with oscillating beams offer a solution. From a physical point of view, the periodically deflected beam results in a redistribution of the energy deposition on the material side. Consequently, optimal parameter settings can improve the machining results. For fusion cutting applications, Fraunhofer IWS researchers have demonstrated higher processing speeds and higher quality cut edges with highly focused oscillating beams.

Optical simulations visualize beam movement

Imaging the beam movement within the process zone yields a better understanding of the underlying mechanisms. Optical simulations enable beam movement visualization in the front area of the kerf. Results indicate that the upper kerf width correlates with the enveloping beam caustic of the oscillating beam. In the kerf itself, varying deflection angles result in irradiation of different regions. The high beam intensity allows locally high melting rates. On the other hand, the scientists ensure adequate cutting gas-induced melt removal rates by adjusting the kerf geometry. Thus, excellent cutting results can be achieved with an oscillating beam at small focus dimensions and small Rayleigh length.

1 Simulated energy density distribution for an oscillating beam.

CONTACT

Dr. Achim Mahrle
 Process Design and Analysis
 +49 351 83391-3407
achim.mahrle@iws.fraunhofer.de

