

# KANTENTOPOGRAPHIE BEIM LASERSCHMELZSCHNEIDEN

## EDGE TOPOGRAPHY FOR LASER FUSION CUTTING

The formation of edge topography in laser fusion cutting raises a number of unresolved questions. Current Fraunhofer IWS research focuses on the influence of the gas flow on the edge quality and possible solutions for process optimization.

Laser cutting of stainless steel metal sheets is an established manufacturing process. However, the specific interaction between process parameters and cutting results has not yet been sufficiently investigated and results in increased experimental effort to determine optimal process windows. In order to close this information deficit, Fraunhofer IWS and TU Dresden scientists performed cutting experiments under controlled process conditions and systematically analyzed the morphology of the cutting edges using high-resolution imaging techniques. As a result, they introduced a novel classification of the cutting edge into several structural zones. The zones differ significantly in roughness and typical surface structures. In a more detailed analysis of the cut edge topography, the scientists were surprised to discover previously unknown surface features. In the upper part of the cut edges they identified small grooves with a diameter of about 20 micrometers. However, the secondary structures between the vertical grooves in the lower part of the cutting edge are particularly remarkable. Here they discovered accumulations of solidified melt residues with a spiral surface structure. The researchers observed an accumulation on only one side of the grooves and mainly with the same direction of spiral rotation. From the spatial linkage of the shapes they concluded that the formation of grooves and secondary structures is an interrelated process. The

Die Entstehung der Kantentopographie beim Laserschmelzschneiden wirft eine Reihe ungeklärter Fragen auf. Aktuelle Arbeiten am Fraunhofer IWS beschäftigen sich mit dem Einfluss der Gasströmung auf die Kantengüte und möglichen Lösungsansätzen einer Prozessoptimierung.

Das Trennen von hochlegierten Stahlblechen mit dem Laserstrahl ist ein etabliertes Fertigungsverfahren. Der konkrete Zusammenhang zwischen den verwendeten Prozessparametern und dem Schneidergebnis ist aber bislang ungenügend verstanden und dies führt zu einem erhöhten experimentellen Aufwand zur Bestimmung optimaler Prozessfenster. Um diese Wissenslücke zu schließen, haben Wissenschaftler des Fraunhofer IWS und der TU Dresden Schneidversuche unter kontrollierten Prozessbedingungen durchgeführt und die Morphologie der Schnittkanten systematisch mit hochauflösenden Bildgebungsverfahren untersucht. Im Ergebnis haben sie eine neuartige Einteilung der Schnittkante in mehrere Strukturzonen eingeführt. Die Zonen unterscheiden sich teils deutlich in ihrer Rauheit und ihren typischen Oberflächenstrukturen. Bei der genaueren Analyse der Schnittkantentopographie waren die Wissenschaftler überrascht, als sie bisher unbekannte Oberflächenformen entdeckten. Im oberen Teil der Schnittkanten fanden sie kleine Vertiefungen mit einem Durchmesser von rund 20 Mikrometern. Besonders bemerkenswert sind allerdings die sekundären Strukturen zwischen den markanten vertikalen Riefen im unteren Teil der Schnittkante. Hier entdeckten sie aneinandergereihte Anhäufungen aus erstarrten Schmelzresten mit einer spiralförmigen Oberflächenstruktur. Die Forscher stellten fest, dass diese Anhäufungen meist nur auf einer Seite der Riefen auftreten und



mehrheitlich dieselbe Spiraldrehrichtung aufweisen. Aus der räumlichen Verknüpfung der Formen schlossen sie auf eine zusammenhängende Entstehung von Riefen und Sekundärstrukturen. Spiralförmigkeit und Anordnung der Schmelzreste deuten außerdem auf eine Beteiligung der Gasströmung an der Struktur-entstehung hin. Um die Wechselwirkung zwischen Schneidgas und Material genauer zu untersuchen, wurden hochaufgelöste Simulationen der Gasströmung durchgeführt. Im Mittelpunkt des Interesses lagen hier besonders die Vorgänge in Wandnähe. Die Simulationen enthüllten eine unbekannt komplexe Wirbelstruktur im Schneidgas, die durch den Übergang von dessen laminarer Strömungsform in die turbulente verursacht wird. Die IWS-Wissenschaftler stellten eine Übereinstimmung zwischen den berechneten Wirbelstrukturen und den beobachteten Strukturen auf den Schnittkanten fest. Damit wiesen sie auf den Einfluss der Gasströmung auf die Schnittkantenqualität hin und eröffneten somit ein neues Forschungsfeld zur Beeinflussung des Schneidergebnisses.

spiral shape and arrangement of the melting residues also indicate that the gas flow is involved in the structure formation. High-resolution simulations of the gas flow were performed to investigate the interaction between cutting gas and material in more detail. The scientists focused their main interest especially on the processes near the wall. The simulations revealed an unknown complex vortex structure in the cutting gas, caused by the transition from its laminar flow form to the turbulent one. The IWS scientists identified a match between the calculated vortex shapes and the observed structures on the cutting edges. Thus they pointed out the influence of the gas flow on the cut edge quality and opened up a new field of research for influencing the cutting result.

- 1 *Microscope image of the lower cutting edge with grooves and spiral-shaped secondary structures.*
- 2 *The simulation result of the gas flow in the cutting gap shows a complex vortex structure near the wall.*

#### CONTACT

Dipl.-Math. Madlen Borkmann  
 Process Design and Analysis  
 +49 351 83391-3720  
 madlen.borkmann@iws.fraunhofer.de

