



»WAVESHAPE« – STRUKTURIEREN DURCH LASERUMSCHMELZEN



DQS zertifiziert nach
DIN EN ISO 9001:2015
Reg.-Nr. 069572 QM15

Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT

Institutsleitung
Prof. Constantin Häfner

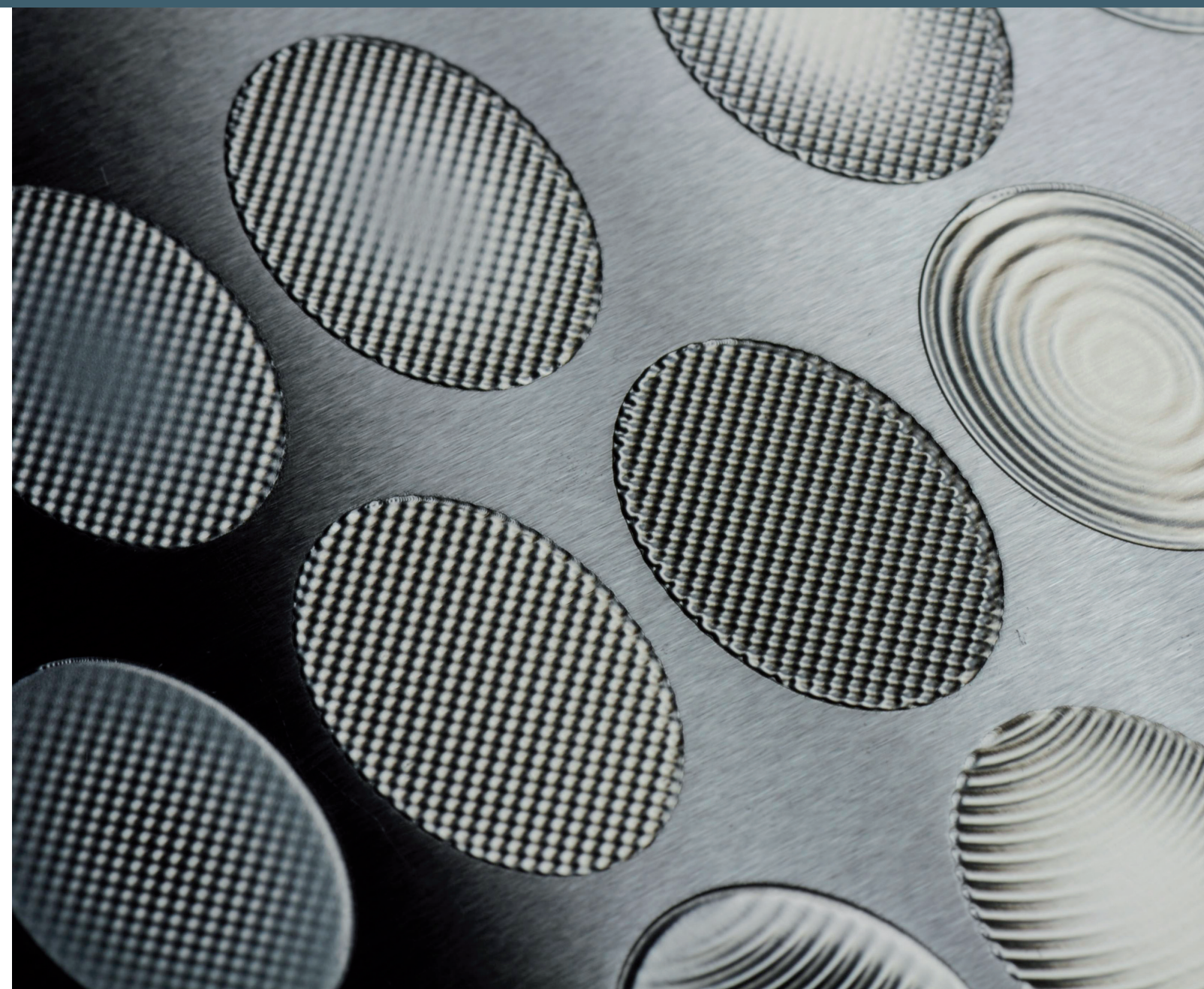
Steinbachstraße 15
52074 Aachen
Telefon +49 241 8906-0
Fax +49 241 8906-121

info@ilt.fraunhofer.de
www.ilt.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT

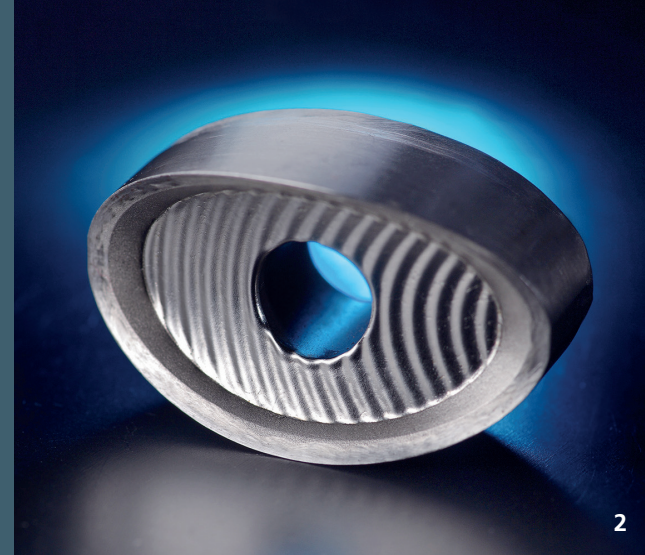
Das Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT zählt weltweit zu den bedeutendsten Auftragsforschungs- und Entwicklungsinstituten im Bereich Laserentwicklung und Laseranwendung. Unsere Kernkompetenzen umfassen die Entwicklung neuer Laserstrahlquellen und -komponenten, Lasermess- und Prüftechnik, sowie Laserfertigungstechnik. Hierzu zählen beispielsweise das Schneiden, Abtragen, Bohren, Schweißen und Löten sowie das Oberflächenvergüten, die Mikrofertigung und das Additive Manufacturing. Weiterhin entwickelt das Fraunhofer ILT photonische Komponenten und Strahlquellen für die Quantentechnologie.

Übergreifend befasst sich das Fraunhofer ILT mit Laseranlagentechnik, Digitalisierung, Prozessüberwachung und -regelung, Simulation und Modellierung, KI in der Lasertechnik sowie der gesamten Systemtechnik. Unser Leistungsspektrum reicht von Machbarkeitsstudien über Verfahrensqualifizierungen bis hin zur kundenspezifischen Integration von Laserprozessen in die jeweilige Fertigungslinie. Im Vordergrund stehen Forschung und Entwicklung für industrielle und gesellschaftliche Herausforderungen in den Bereichen Gesundheit, Sicherheit, Kommunikation, Produktion, Mobilität, Energie und Umwelt. Das Fraunhofer ILT ist eingebunden in die Fraunhofer-Gesellschaft.

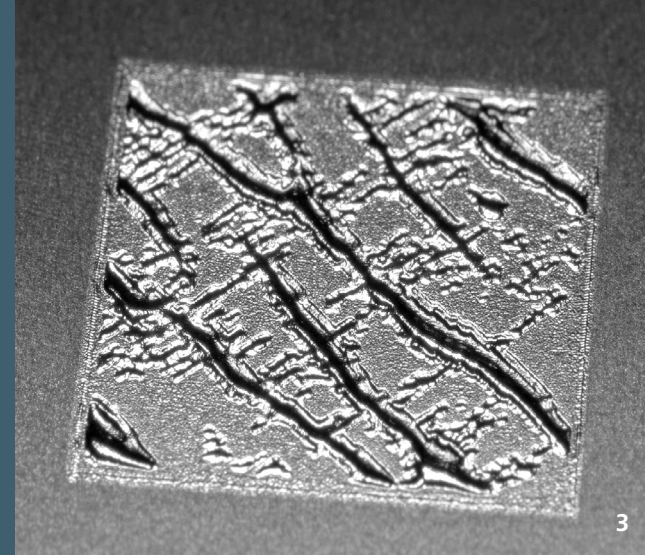




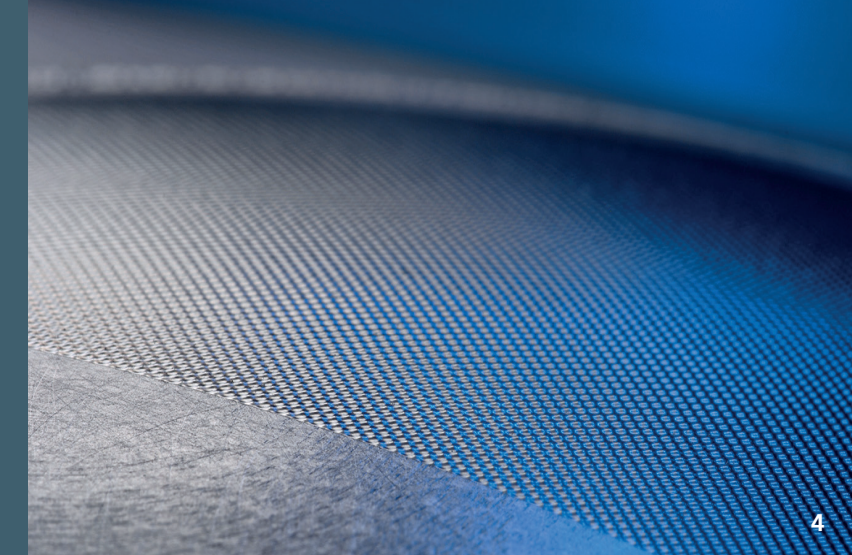
1



2



3



4

»WAVESHAP« – STRUKTURIEREN DURCH LASERUMSCHMELZEN

Strukturierte Oberflächen finden sich in fast allen Lebensbereichen. Für eine effiziente und ressourcenschonende Erzeugung solcher Strukturen werden innovative Produktionsprozesse benötigt. Das Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT hat das neuartige »WaveShape«-Verfahren zur Erzeugung polierter Strukturen auf Metalloberflächen durch Laserumschmelzen entwickelt. Dieses flexible und berührungslose Verfahren eröffnet völlig neue Möglichkeiten für Kunden aus Industrie und Forschung und bietet großes Potenzial z. B. zukünftig auch für die 3D-Bearbeitung von komplexen Bauteilen.

Das »WaveShape«-Verfahren

Das Strukturieren durch Laserumschmelzen basiert auf einem Umschmelzprozess mit kontinuierlicher Laserstrahlung bei gleichzeitiger Modulation der Laserleistung. Durch diese Modulation wird das Schmelzbadvolumen variiert. Bei Erhöhung der Laserleistung vergrößert sich das Schmelzbadvolumen durch Erhöhung der Schmelzrate. Dies führt zu einer Aufwölbung des Schmelzbades. Die Erstarrung folgt der gewölbten Schmelzbadoberfläche, wodurch eine Erhebung entsteht. Bei einer Verkleinerung der Laserleistung wirken die Mechanismen entgegengesetzt und es entsteht eine Vertiefung. Dabei ragen die Erhebungen über das Niveau der Ausgangsoberfläche heraus, während die Vertiefungen unterhalb dieses Niveaus liegen. Durch die neutrale Massenbilanz grenzt sich das Verfahren deutlich von anderen abtragenden (subtraktiven) und aufbauenden (additiven) Strukturierungsverfahren ab.

Im Gegensatz zum Strukturieren durch Laserabtragen sind die Strukturen nach dem Laserumschmelzen bereits gleichzeitig geglättet, da sie wie beim Laserpolieren aus einer kontinuierlichen Schmelze entstehen. Dies erübrigt eine zusätzliche Nachbearbeitung.

Das Verfahren wird bisher für metallische Werkstoffe angewendet. Definierte und reproduzierbare Strukturen lassen sich hier am besten auf homogenen Werkstoffen erzeugen. Die Umschmelztiefe liegt im Bereich zwischen 10 und 100 µm. Als Laserstrahlquellen werden in der Regel Faser- oder Scheibenlaser eingesetzt, wie sie in der industriellen Lasermaterialbearbeitung üblich sind. Da eine Schmelze erzeugt wird, geht der Prozess immer auch mit einem Wärmeeintrag ins Bauteil einher. Die Strukturbildung durch mehrfache Umschmelzung ist relativ komplex. Deshalb müssen die Prozessparameter individuell an Werkstoff und Zielstruktur angepasst werden.

Titelseite: Mittels WaveShape-Verfahren erzeugte Wellen- und Noppenstrukturen auf Werkzeugstahl.

- 1 *Strukturvielfalt durch Laserumschmelzen.*
 2 *Wellenstrukturierung auf leicht gewölbter Oberfläche eines Werkzeugeinsatzes.*

Verfahrensmerkmale und Vorteile

- Strukturieren und Polieren in einem Arbeitsschritt
- Geringe mechanische Belastung der Bauteile, da berührungsloses Verfahren
- Besonders zur Herstellung periodischer Strukturen geeignet
- Hohe Reproduzierbarkeit
- Randschicht wird homogenisiert
- Strukturieren durch Umverteilen ohne Materialabtrag (besonders interessant für hochpreisige Werkstoffe)
- Zukünftig auch automatisierte Bearbeitung von 3D-Oberflächen möglich

Werkstoffspektrum und Strukturen

Zu den bisher untersuchten Werkstoffen gehören Werkzeugstähle aus dem Werkzeug- und Formenbau (z. B. 1.2343, 1.2379), vielfältig eingesetzte Titanwerkstoffe (TiAl6V4), sowie Werkstoffe aus der Luft und Raumfahrttechnik wie Nickelbasislegierungen (Inconel 718) und Werkstoffe aus der Medizintechnik wie Kobalt-Chrom-Legierungen.

Mit dem »WaveShape«-Verfahren lassen sich aufgrund des Wirkprinzips der lokalen Materialumverteilung insbesondere periodische Wellen- und Noppenstrukturen mit Strukturwellenlängen von einigen hundert Mikrometern bis mehreren Millimetern und Strukturhöhen von wenigen Mikrometern bis hin zu einem Millimeter erzeugen. Durch komplexe Scanstrategien jenseits paralleler Bearbeitungsbahnen können auch kreis- oder sternförmige Strukturen erzeugt werden. Sogar die Herstellung aperiodischer Strukturen ist bedingt möglich. Da die Strukturen aus der Schmelze entstehen, ergeben sich von selbst weiche kontinuierliche Strukturverläufe ohne harte unetstetige Kanten. Die 3D-Bearbeitung von komplexen Bauteilen ist Gegenstand aktueller Forschung und wird in Zukunft möglich sein.

Anwendungen

Mittels Strukturieren durch Laserumschmelzen lassen sich sowohl Oberflächen funktionalisieren als auch Design-Oberflächen erzeugen. Das Verfahren ist insbesondere zur Bearbeitung von Kunststoffspritzguss-Werkzeugoberflächen oder anderer form- und strukturgebender Werkzeuge geeignet. Abgeformt in transparenten Kunststoffen eignen sich die kontinuierlichen Strukturen auch zur Lichtstreuung bzw. -verteilung. Die abtragfreie Strukturierung macht das Verfahren außerdem für die Bearbeitung hochpreisiger Metalle z. B. in der Schmuckindustrie interessant.

Dienstleistungen

- Machbarkeitsstudien zum Strukturieren durch Laserumschmelzen
 - Übertragung auf weitere Materialien
 - Erzeugung spezieller Strukturen
 - Strukturierung auf definierten Oberflächengeometrien
- Fertigung von Musterserien
- Beratung bei der Auslegung und Realisierung von Anlagen zum Strukturieren durch Laserumschmelzen

Ansprechpartner

Moritz Küpper M. Sc.
 Telefon +49 241 8906-299
 moritz.kuepper@ilt.rwth-aachen.de

Dr. Edgar Willenborg
 Telefon +49 241 8906-213
 edgar.willenborg@ilt.fraunhofer.de

- 3 *Aperiodische WaveShape-Oberflächenstruktur.*
 4 *Noppenstruktur auf gewölbter Oberfläche.*