

# Topologieoptimierung von AM-Bauteilen

AM-Quality Netzwerkpartner Laserinstitut Hochschule Mittweida (LHM)

Der Einsatz des Strahlwerkzeuges Laser in der modernen Fertigung bietet eine Vielzahl von Möglichkeiten für Prozessinnovationen innerhalb der Wertschöpfungskette oder auch für neue Produkte und Bauteilfunktionalitäten, wie sie mit klassischen Produktionsverfahren so nicht hergestellt werden können. Mit Hilfe der am LHM entwickelten Hochrate-Lasertechnik kann die Laserprozessierung nun auch in industrierelevanten Fertigungszeiten erfolgen, was einen entscheidenden Nachteil für Laser im Produktionsalltag überwinden lässt. Unter „Hochrate“ verstehen die Mittweidaer Forscher um Arbeitsgruppenleiter Prof. Udo Löschner in einfachen Worten: „Mehr Leistung und dabei schneller“. Prof. Löschner wird ausführlicher: „Die Hochrate-Laserverfahren kombinieren Hochleistungs-Laserstrahlquellen mit ultraschnellen Strahlablesensystemen. Essentiell dabei ist eine intelligente Prozessführung, denn nur so können die verfügbaren hohen mittleren Laserleistungen auch prozesseffizient im Werkstück umgesetzt werden.“ Dabei arbeitet die Forschergruppe eng mit namhaften Herstellern

der Hochleistungs-Laserstrahlquellen zusammen. Die weiterhin notwendige Hochgeschwindigkeits-Strahlablesung wurde, mangels Alternativen, in Form eines Polygonspiegelscanners im eigenen Haus entwickelt. Diese neue Technologie, die den Laserstrahl ultraschnell mit über 1 km/s und damit mehrfacher Schallgeschwindigkeit über das Werkstück führt, wurde inzwischen über das Spin-off MOEWE Optical Solutions GmbH zur Marktreife gebracht.

Insbesondere die Ultrakurzpuls-Lasertechnik sieht der wissenschaftliche Mitarbeiter und Impulsgeber Dr. Jörg Schille als besonders geeignet, um die Vorteile der Laserverfahren in Bezug auf thermische Bauteilbelastung und Fertigungsqualität auch mit Lasern der Kilowatt-Klasse bereitzustellen. So lassen sich beispielsweise neben definierten Mikrokavitäten auch mikroskopisch kleine Veränderungen der Oberflächentopographie erzeugen, mit denen Oberflächeneigenschaften beeinflusst und dadurch Bauteilfunktionalitäten gezielt gesteuert werden können. Dabei lassen sich die Mitt-

weidaer Forscher von der Natur inspirieren. Unter anderem demonstrieren sie bereits eindrucksvoll, dass sich optische Farbeffekte (Rainbow-Effekt), hydrophobes Benetzungsverhalten und Selbstreinigung (Lotus-Effekt) oder auch das Haftreibverhalten (Gecko) mit Hilfe der mikroskaligen Laserstrukturen auf technische Oberflächen übertragen lassen. Ein aktuelles Forschungsthema beschäftigt sich mit der Laserfertigung von sogenannten Riblet-Strukturen, die vergleichbar der Haihaut den Strömungswiderstand von Oberflächen in turbulenten Strömungen reduzieren. Der Nachweis über die Wirksamkeit von laserbasiert gefertigten Riblets auf technischen Oberflächen gelang kürzlich und soll weiterführend hinsichtlich ihres Potenzials zur Steigerung der Energieeffizienz von Energiemaschinen erforscht werden. Wenn es der Mittweidaer Forschergruppe gelingt, die Ribletfunktion auch auf technische Anwendungen zu übertragen, so sieht Prof. Löschner zukunftsreiche Einsatzgebiete vor allem in Bereichen, die die Megatrends unserer Zeit betreffen und benennt Automotiv,

## Info LHM

Seit fast 5 Jahrzehnten ist die Entwicklung, Untersuchung und praxisnahe Anwendung verschiedenster Laserverfahren fester Bestandteil der Forschung an der Hochschule Mittweida. Wurde zu Beginn zunächst Basiswissen für die klassischen Laserverfahren zum Trennen, Fügen und Bohren von Werkstücken oder das Abgleichen elektronischer Bauelemente durch Laserabtragen erarbeitet, so stehen heute die Hochrate-Laserverfahren, die Lasernano-/mikrobearbeitung sowie additive Laserfertigungsprozesse im Fokus der Arbeiten. Mit Gründung des LHM als zentrale wissenschaftliche Einrichtung der Hochschule und dem Bezug eines neuen Forschungsgebäudes entstand in der Laserregion Mittweida ein Leuchtturm, der neben exzellentem Know-how und modernster Geräte- und Verfahrenstechnik, u.a. für die Laserprozessierung mit enormen Laserstrahlleistungen bis in den Kilowatt-Bereich, auch umfangreiche Mess- und Analysemethoden bereitstellt und mit seinen vielbeachteten Entwicklungsleistungen weit in die Welt strahlt.

## Info Dr. Jörg Schille

Dr. Jörg Schille forscht seit 2006 am Laserinstitut Hochschule Mittweida als wissenschaftlicher Mitarbeiter und ist Mitglied der dort ansässigen MACH-X Highspeed Laser Machining Arbeitsgruppe um Prof. Löschner. In seinen Forschungsarbeiten beschäftigt er sich mit der Ultrakurzpuls-Laserverarbeitung, den Transfer von naturinspirierten Lasermikrostrukturen in bionische Anwendungen (Laserbionik), der Hochrate-Laserverarbeitung, der zeitlichen und räumlichen Laserstrahlformung sowie unterschiedlichen Themen der Lasersicherheit.

Er ist Guest-Editor für die Special Issue „Laser Technology in Tribology“ (MDPI, Lubricants) sowie „High-rate Laser Processing“ (Advanced Optical Technology, DeGruyter) und leitet den GAK 852.0.1 „Röntgenstrahlung bei der Ultrakurzpuls-Laser-Materialbearbeitung“.

Luft- und Raumfahrt und Windkraft beispielhaft dafür. Zwecks industrieller Anwendbarkeit haben die Forscher neben der Funktionalität aber auch immer die Prozessgeschwindigkeit im Blick und halten aktuell mit mehr als 1 m<sup>2</sup>/min den Weltrekord für die Herstellung von optisch-funktionalen Metalloberflächen.

In einem nächsten Schritt sollen die laserbasiert erzeugten Funktionalitäten auch auf AM-gefertigten Bautei-

len bereitgestellt werden. Hier sieht Dr. Schille eine besondere Chance, die am LHM vorhandenen Potenziale zu heben. So zählt neben der Hochrate-Lasermikrobearbeitung die laser-gestützte Additive Fertigung zu einem weiteren Forschungsschwerpunkt am LHM. Den Zugang zu AM-Laserverfahren eröffnete das Lasermikrosintern, das speziell für die Herstellung von Mikrobauanteilen entwickelt wurde. Inzwischen ergänzen das Hochrate-SLM, Laser Micro Cladding und

Hochrate-Lasercladding die Technologiepalette. Innerhalb des Netzwerkes AM-Quality sollen nun erstmals die Vorteile von Laser-AM- und Lasermikrobearbeitungsverfahren in Einklang gebracht werden.

Dr. Jörg Schille: „Die Lasermikrostrukturierung bietet vielfältige Möglichkeiten für die weitere Funktionalisierung AM-lasergefertigter Bauteile.“

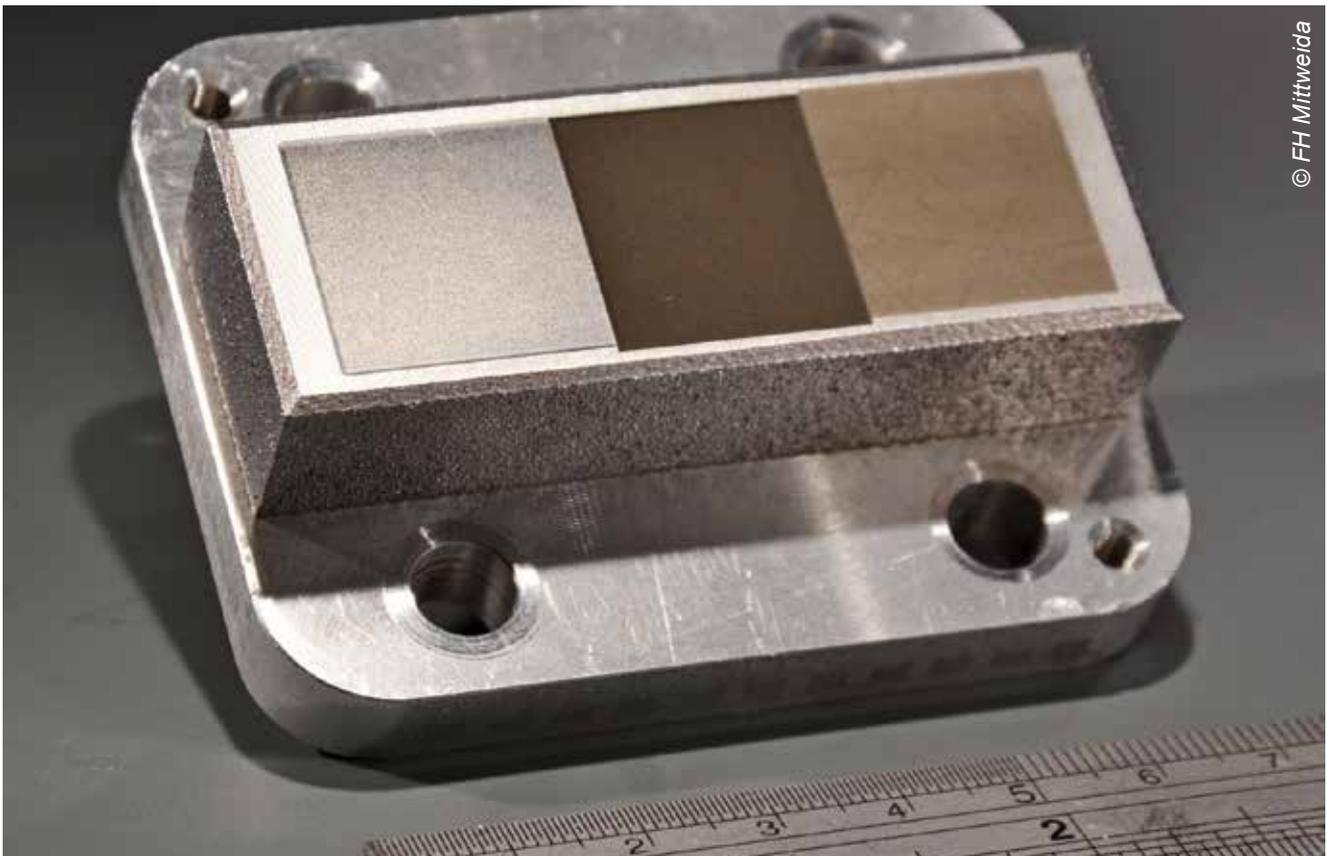


Bild 1: SLM gefertigter Grundkörper mit nachträglich lasergestützt hergestellten optisch-funktionalen Oberflächenmerkmalen; links: spiegelnd glatte Oberfläche, Mitte: hoch-absorbierend geschwärzte Oberfläche, rechts: aufgeraute Oberfläche.

## Topology optimization of AM components

Laserinstitut Hochschule Mittweida (LHM) - Partner of the AM-Quality-network

The use of the laser beam tool in modern production offers a multitude of possibilities for process innovations within the value chain or for new products and component functionalities that cannot be produced with classic production processes.

With the help of the high-rate laser technology - developed at the LHM - laser processing can now also take place in industry-relevant production times, which overcomes a decisive disadvantage for lasers in everyday production. The Mittweida research-

ers headed by group leader Prof. Udo Löschner understand "high rate" in simple terms as: "more performance and faster at the same time". Prof. Löschner explains in more detail: "The high-rate laser processes combine high-power laser beam sources with

ultra-fast beam deflection systems. Intelligent process management is essential, because this is the only way to implement the available high average laser powers in the workpiece in a process-efficient manner." The research group works closely with well-known manufacturers of high-power laser beam sources. The high-speed beam deflection, which is still necessary, was developed in-house in the form of a polygon mirror scanner due to the lack of alternatives. This new technology, which guides the laser beam over the workpiece at ultra-fast speeds of over 1 km / s and thus several times the speed of sound, has meanwhile been brought to market maturity by the spin-off MOEWE Optical Solutions GmbH.

The research associate and initiator Dr. Jörg Schille is particularly suitable for providing the advantages of laser processes in terms of thermal component stress and manufacturing quality with lasers of the kilowatt class. For example, in addition to defined microcavities, microscopic changes in the surface topography can also be generated, with which surface properties can be influenced and component functionalities can be controlled in a targeted manner. The Mittweida researchers are inspired by nature. Among other things, they have

already impressively demonstrated that optical color effects (rainbow effect), hydrophobic wetting behavior and self-cleaning behavior (lotus effect) or static friction behavior (gecko) can be transferred to technical surfaces with the help of microscale laser structures. A current research topic deals with the laser production of so-called riblet structures, which, comparable to shark skin, reduce the flow resistance of surfaces in turbulent flows. The proof of the effectiveness of laser-based riblets on technical surfaces was recently proven and will be further researched with regard to their potential for increasing the energy efficiency of energy machines. If the Mittweida research group succeeds in transferring the riblet function to technical applications, Prof. Löschner sees promising areas of application especially in areas that affect the megatrends of our time and names automotive, aerospace and wind power as examples. For the purpose of industrial applicability, in addition to functionality, the researchers also always keep an eye on the process speed and currently hold the world record for the production of optically functional metal surfaces at more than 1 m<sup>2</sup> / min.

In a next step, the laser-based functionalities are also to be made avail-

able on AM-manufactured components. Here Dr. Schille has a special opportunity to leverage the potential at the LHM. In addition to high-rate laser micro-machining, laser-based additive manufacturing is another research focus at the LHM. Laser microsintering, which was specially developed for the production of microcomponents, opened up access to AM laser processes. In the meantime, high-rate SLM, laser micro cladding and high-rate laser cladding complement the range of technologies. For the first time, the advantages of laser AM and laser micro-machining processes are to be reconciled within the AM-Quality network.

Dr. Jörg Schille: "Laser microstructuring offers a wide range of options for the further functionalization of AM laser-manufactured components."

#### About LHM:

For almost 5 decades, the development, investigation and practical application of various laser processes has been an integral part of research at the Mittweida University of Applied Sciences. At the beginning, basic knowledge for the classic laser processes for cutting, joining and drilling workpieces or the adjustment of electronic components by laser ablation was acquired, today the focus of work is on high-rate laser processes, laser nano / micro machining and additive laser manufacturing processes. With the founding of the LHM as the university's central scientific facility and the move into a new research building, a lighthouse was created in the Mittweida laser region, which in addition to excellent know-how and the latest equipment and process technology, for example for laser processing with enormous laser beam powers up to the kilowatt range, also provides extensive measurement and analysis methods and radiates far into the world with its highly regarded development achievements

#### About Dr. Jörg Schille:

Dr. Jörg Schille has been doing research at the Laser Institute Mittweida University since 2006 and is a member of the MACH-X Highspeed Laser Machining working group headed by Prof. Löschner. In his research, he deals with ultrashort pulse laser processing, the transfer of nature-inspired laser microstructures into bionic applications (laser bionics), high-rate laser processing, temporal and spatial laser beam shaping and various topics of laser safety.

He is guest editor for the special issue "Laser Technology in Tribology" (MDPI, Lubricants) and "High-rate Laser Processing" (Advanced Optical Technology, DeGruyter) and heads the GAK 852.0.1 "X-ray radiation in ultrashort pulse laser material processing".