

# GROßFLÄCHIGE UND SCHNELLE FUNKTIONALISIERUNG VON TECHNISCHEN OBERFLÄCHEN MITTELS ULTRAKURZPULS-LASERBEARBEITUNG

L. Schneider, J. Schille, S. Mauersberger, K. Kujawa, Udo Löschner  
Laserinstitut Hochschule Mittweida, Technikumplatz 17, D-09648 Mittweida

Die Gestaltung von Oberflächen mit bio-inspirierten Funktionen bietet vielfältige Lösungsansätze für technische Fragestellungen und steht deshalb zunehmend im Fokus wissenschaftlicher Untersuchungen. Die Bionik als interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Biologie und Technik beschäftigt sich mit der Abstraktion, Übertragung und Anwendung biologischer Funktionen und Prinzipien auf technische Fragestellungen. Dabei reichen die Strukturanforderungen an bionische Strukturelemente über einen großen Bereich beginnend im Sub-Mikrometerbereich bis hin zu einigen hundert Mikrometern. Für die Herstellung von Oberflächenfunktionalitäten dieser Größenordnung erscheint die Lasertechnologie zunächst als ein sehr flexibles nahezu universelles Strukturierungswerkzeug geradezu prädestiniert; die besondere Herausforderung allerdings ist, bionische (Sub-) Mikrostrukturen schnell und großflächig in industrierelevanten Prozesszeiten herstellen zu können. Dazu bieten die am Laserinstitut Hochschule Mittweida (LHM) seit mehr als einer Dekade betriebenen Forschungsaktivitäten zur Hochrate-Laserbearbeitung mittels leistungsfähiger Laseranlagentechnik exzellente Voraussetzungen.

In diesem Artikel werden die Ergebnisse zu zwei speziellen Anwendungsbeispielen bionischer Mikrostrukturen vorgestellt. Die topographische Veränderung von Reibflächen infolge einer Lasertexturierung, abstrahiert von den Nanometer-Lamellen am Geckofuß, bewirkte die Erhöhung der Haftreibung, womit die Herstellung stark haftender aber reversibler Verbindungen durch eine erhöhte Oberflächenadhäsion möglich wird. Mit Pikosekunden-(ps)- und Femtosekunden-(fs)-Laserquellen generierte Texturen auf Stahloberflächen (S355J0, 42CrMo4) führten in Abhängigkeit vom applizierten Bestrahlungsregime und der damit verbundenen Strukturausbildung zu beträchtlichen Haftreibwerterhöhungen bis auf mehr als das Doppelte im Vergleich zu unstrukturierten Proben, wobei Flächenraten von bis zu 43 cm<sup>2</sup>/min erzielt wurden.

Ein zweites Anwendungsbeispiel bionischer Strukturen sind sogenannte laser-induzierte periodische Oberflächenstrukturen (LIPSS - Laser Induced Periodical Surface Structures), auch als Ripple-Strukturen bezeichnet, die in ihrer Funktion als Beugungsgitter wirken und so zur Erzeugung von Farbmustern dienen können. Diese durch Selbstorganisation entstehenden Ripple-Formationen, deren Strukturabmessungen geringfügig kleiner als die applizierte Laserwellenlänge sind, können auf technischen Oberflächen mit der am LHM verfügbaren Hochrate-Laseranlagentechnik in angemessener kurzer Prozesszeit homogen auf großen Flächen aufgebracht werden. Für die Untersuchungen kamen sowohl eine fs- als auch eine ps-Laserquelle mit hoher Repetitionsrate zum Einsatz, wobei Flächenraten von mehr als 600 cm<sup>2</sup>/min demonstriert wurden. Der Einfluss wichtiger Prozessparameter, wie Pulsdauer, Fluenz und Anzahl an Überfahrten auf die Ripple-Ausbildung hinsichtlich Periode, Gleichmäßigkeit und Homogenität ist in dieser Studie detailliert untersucht und sowohl rasterelektronenmikroskopisch als auch mit 2D FFT-Analyse evaluiert worden.

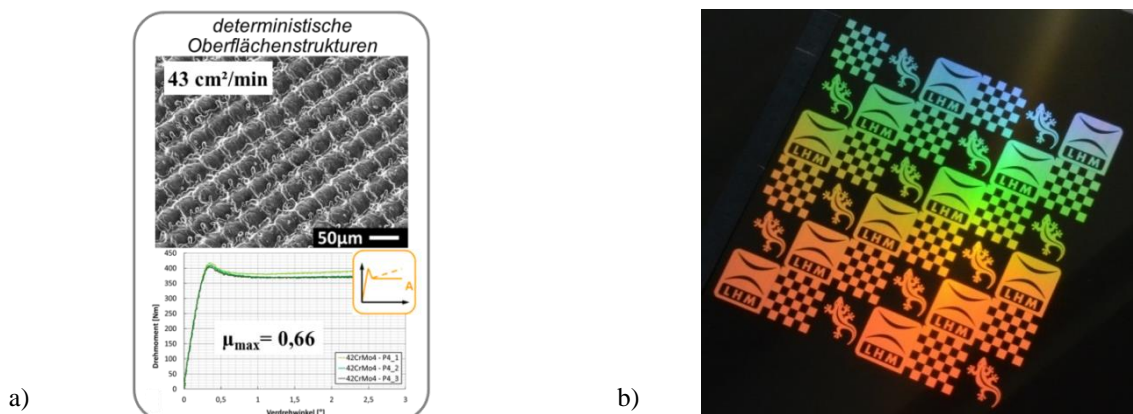


Abb.1: a) Oberflächenfunktionalisierung mit einem Hochleistungs-Pikosekundenlaser zur Steigerung von Haftreibwerten; oben: Rasterelektronen-mikroskopische Aufnahme der entstandenen Oberflächentexturen; unten: aufgenommene Rutschkurve, Haftreibwert  $\mu_{max}$ , und Reibcharakteristik, Flächenrate 43 cm<sup>2</sup>/min; b) großflächige Mikrostrukturierung zur Erzeugung eines Beugungscontrastes auf Edelstahl. Größe des Bildes: 140 mm x 140 mm, Flächenrate 633 cm<sup>2</sup>/min.