

MESSEN MIT LICHT – MULTISPEKTRALE PROFILOMETRIE

DIE AUFGABE

Das Strukturieren von technischen Oberflächen mittels Laseranlagen spielt eine wichtige Rolle in der Industrie. Besonders die präzise Herstellung von Mikro- und Submikrostrukturen zur Einstellung von Oberflächenfunktionen und zur Herstellung von fälschungssicheren Merkmalen stellt höchste Anforderungen an die eingesetzte Gerätetechnik. Zur Einhaltung dieser Anforderungen ist die Entwicklung neuer und aufgabenspezifischer Messtechnik nötig.

Eine der wichtigsten Aufgaben bei der Laseroberflächenstrukturierung ist die Kontrolle des Materialabtragniveaus im laufenden Bearbeitungsprozess. Der Abtrag von Material variiert stark während der Bearbeitung und hängt unter anderem von den Materialeigenschaften jeder einzelnen Oberfläche und den Maschinenparametern ab. Durch den Abtrag einzelner Mikroschichten wird das Substratmaterial zudem lokal verändert. Diese Materialveränderungen verhindern die Kalkulierbarkeit des Abtragsniveaus für tiefere Schichten. Der Einsatz entsprechender Messtechnik ist notwendig. Die Qualität und Geschwindigkeit der Messung des Abtragsniveaus bestimmt dabei wesentlich die Eignung für einen industriellen Einsatz.

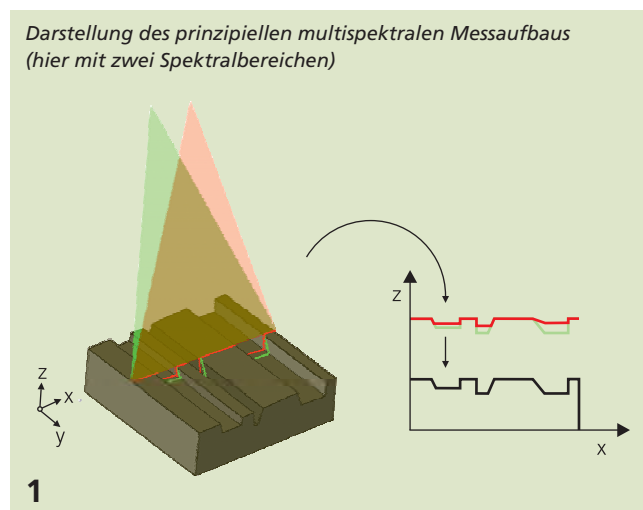
Die Aufgabe eines aktuellen Forschungsvorhabens des IWS Anwendungszentrums AZOM in Zwickau ist die Entwicklung eines industrietauglichen Messverfahrens zur Messung des Materialabtrages während des Lasermikrostrukturierens. Im Mittelpunkt steht die präzise, prozessbegleitende und schnelle Erfassung von Oberflächeneigenschaften, um den Einsatz der Messtechnik in einer Produktionsumgebung zu ermöglichen.

UNSERE LÖSUNG

Zur Lösung der Aufgabenstellung wurde ein auf dem Grundprinzip des Lichtschnittverfahrens basierendes Messsystem modifiziert und aufgebaut (Abb. 1). Insbesondere zeichnet sich der Aufbau durch die Integration von drei verschiedenen Wellenlängen aus. Im aufgebauten Setup wurden Laser mit den Wellenlängen 455 nm, 532 nm und 638 nm mittels Zylinderlinsen linienförmig auf den interessanten Bereich einer Probe fokussiert und mittels Kamera in den Kanälen R(ot), G(rün) und B(lau) separat detektiert.

Die drei Wellenlängen werden jeweils in unterschiedlichen Winkeln auf die Probe gestrahlt. Dadurch können Abschattungseffekte an dreidimensionalen Oberflächenstrukturen vermieden werden, welche eine Einschränkung des möglichen Höhenmessbereichs verursachen würden. Außerdem ermöglicht der Einsatz von drei verschiedenen Wellenlängen eine Erhöhung des dynamischen Detektionsbereichs mit Hinblick auf die Materialeigenschaften.

Darstellung des prinzipiellen multispektralen Messaufbaus (hier mit zwei Spektralbereichen)





2

Durch das individuelle Absorptionsverhalten der unterschiedlichen, in der Lasermaterialbearbeitung relevanten Substratmaterialien, kommt es bei herkömmlichen Messsystemen zu Einschränkungen in der Detektionsfähigkeit. Der Einsatz unterschiedlicher Spektralbereiche zur Oberflächencharakterisierung ermöglicht die Kompensation von Absorptionseffekten durch Beleuchtung mit anderen, besser geeigneten Spektralbereichen und damit auch eine Steigerung der Messdynamik.

ERGEBNISSE

Das Projekt beinhaltet weitreichende Untersuchungen zur Qualifizierung von optischen Komponenten wie Messlaser und Kameras. Die Ergebnisse zeigen, dass zur Erreichung einer Messgenauigkeit im niedrigen, zweistelligen μm -Bereich der Einsatz teurer Speziallaser nicht nötig ist. Vielmehr wurde nachgewiesen, dass eine hochauflösende Kamera in Kombination mit einer intelligenten Softwareanalyse die nötige Messauflösung ermöglicht. Vor allem bei der Entwicklung der Analysesoftware konnte das Projektteam am AZOM seine Expertise einbringen.

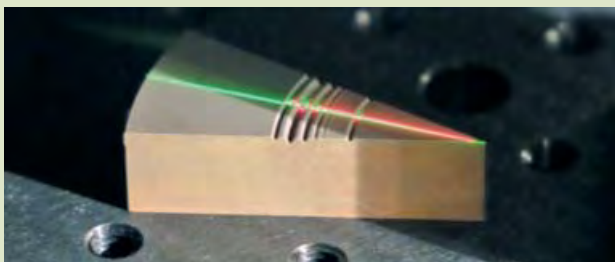
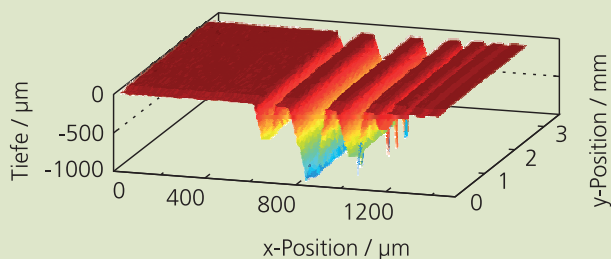
Die Anwendung von passgenauen Filteralgorithmen und eine korrekte Kalibrierung des Messsystems haben es ermöglicht, aus den Rohdaten von Messungen an Teststrukturen entsprechende Höhenprofile mit hoher Auflösung zu errechnen (Abb. 3). Die Auswertung aller drei Wellenlängenbereiche hat überdies zur gewünschten Dynamikerhöhung geführt.

Die Messungen und deren Ergebnisse konnten sowohl an Höhennormalen (PTB TEN 900) als auch an typischen Proben durchgeführt und verifiziert werden. Eine Übertragung der Erkenntnisse aus Laboruntersuchungen in eine reale Produktionsumgebung läuft derzeit bei einem Industriepartner. Hierzu wurde der Messaufbau miniaturisiert und an die Gegebenheiten einer Lasermaterialbearbeitungsanlage angepasst.

Eine Nutzung der entwickelten Technologie in anderen Anwendungsgebieten wie der Verpackungsindustrie, dem Strangpressen von Profilen oder in der Textilindustrie ist in Vorbereitung.

2 Einrichtung und Justage des Messaufbaus

Darstellung eines berechneten Höhenprofils (oben) eines vermessenen Objektes (unten)



3

KONTAKT

Dipl. Ing. (FH) Christopher Taudt

+49 375 536-1972

christopher.taudt@iws.fraunhofer.de

