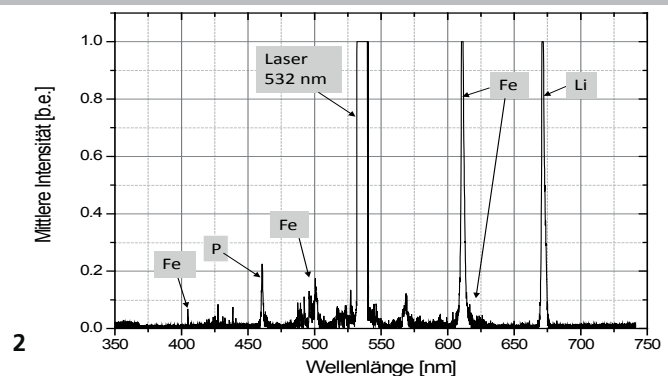


1

1 Das vom Laserpuls erzeugte Plasma leuchtet materialcharakteristisch. Durch eine spektrale Analyse kann so die Elementzusammensetzung der Oberfläche bestimmt werden.

2 Ein Laserpuls genügt, um alle an der Oberfläche vorhandenen Elemente mit hoher Spezifität gleichzeitig zu detektieren.



2

SCHNELLE MATERIALANALYSE VON OBERFLÄCHEN UND BESCHICHTUNGEN

Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM

Heidenhofstraße 8
79110 Freiburg

Ansprechpartner

PD Dr.-Ing. Albrecht Brandenburg
Gruppenleiter
Optische Oberflächenanalytik
Telefon +49 761 8857-306
albrecht.brandenburg@ipm.fraunhofer.de

Dr. Carl Basler
Telefon +49 761 8857- 356
carl.basler@ipm.fraunhofer.de

www.ipm.fraunhofer.de

Großflächige Oberflächenzusammensetzungen blitzschnell bestimmen

Die Oberfläche eines Bauteils ist oft der Schlüssel zu seiner späteren Funktionalität – doch häufig auch verantwortlich für vorzeitigen Verschleiß oder mechanisches Versagen. Aus diesem Grund werden die Oberflächen vieler Bauteile besonders aufwändig behandelt und vergütet: mit Antikorrosionsschichten, Härtungsschichten und vermehrt auch mit oft hauchdünnen und hochspezialisierten funktionellen Schichten.

Mit den stetig steigenden Qualitätsanforderungen an industrielle Bauteile steigen auch die Anforderungen an Qualität und Vergütung von Oberflächen. Sichtprüfungen reichen in der Regel nicht mehr aus, um zu bewerten, ob die Oberfläche eines Bauteils den vielfältigen Anforderungen beispielsweise an Vollständigkeit, Homogenität oder korrekte Zusammensetzung genügt.

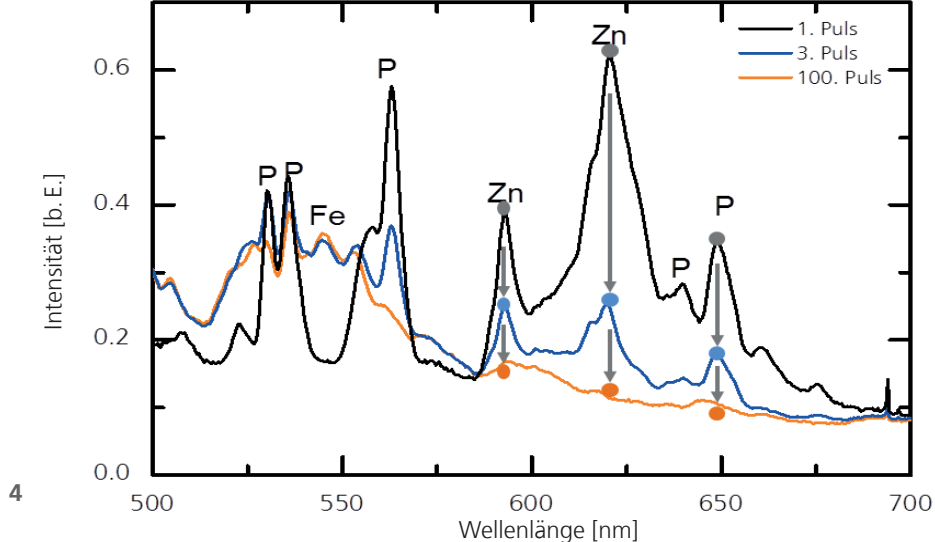
Fraunhofer IPM entwickelt Messsysteme für die Analyse der Verteilung chemischer Elemente auf Materialoberflächen und Beschichtungen. Mit wenigen Lichtpulsen wird die Zusammensetzung von Oberflächenschichten zuverlässig und präzise bestimmt.

Messprinzip: laserinduzierte Plasmaspektroskopie (LIPS)

Bei der laserinduzierten Plasmaspektroskopie wird mithilfe eines Pulslasers ein kleines Volumen einer Oberfläche mit einem Durchmesser von 10–100 µm in ein Plasma verwandelt. Dabei werden die Atome in diesem Volumen ionisiert und einige ihrer Elektronen herausgelöst. Ein sogenanntes Plasma wird erzeugt. Beim anschließenden Einfangen der Elektronen entsteht ein materialtypisches Emissionsspektrum, das vom Plasma abgestrahlt wird. Dessen spektrale Analyse liefert Informationen zur chemischen Zusammensetzung der Oberfläche am Ort des Laserfokus.



3



4

Einsatz in der Qualitätsanalyse

Ist die chemische Zusammensetzung bestimmt, kann diese zu analytischen Zwecken ausgewertet, oder – interessant für die Qualitätskontrolle – mit Sollwerten verglichen werden. Der relative Anteil der Elemente wird innerhalb von Millisekunden bestimmt: Eine Zinkphosphatbeschichtung auf einem Stahlteil beispielsweise kann in Echtzeit zuverlässig ausgewertet werden. Damit können Beschichtungsprozesse gezielt geregelt werden, um die Werkstückqualität zu gewährleisten.

Wird der Laserpuls auf verschiedene Stellen des Werkstücks gelenkt, kann die räumliche Verteilung und Homogenität der Oberflächenzusammensetzung direkt bestimmt werden. Durch wiederholtes Pulsen an der gleichen Stelle erhält man auch in der dritten Dimension Daten zur elementaren Zusammensetzung des Bauteils: Bei jedem Puls wird ein kleines Volumen abgetragen und damit die nächsttieferliegende Schicht analysiert (Abb.3).

Vorteile von LIPS

- berührungslos, da optisches Verfahren, bis zu einem Abstand von 50 cm realisierbar
- schnell, bis in den kHz Bereich
- nahezu zerstörungsfrei, pro Puls weniger als 1 µg Abtrag
- hohe Ortsauflösung der Elementkonzentration: Probenbereich unter 100 µm

- Nachweis von Elementkonzentrationen bis in den ppm Bereich möglich
- keine Probenpräparation notwendig, Gase, Flüssigkeiten, Feststoffe analysierbar
- Inline-Integration möglich, z. B. scannend über die Rollenbreite
- Analyse extrem harter Materialien möglich

Aufgrund dieser Eigenschaften ergeben sich vielfältige Anwendungsmöglichkeiten zur Bestimmung der chemischen Zusammensetzung von Oberflächen in der Werkstoff- und Bauteilproduktion. Fraunhofer IPM ermöglicht mit seinen Messsystemen, diese Technologie auch für Inline-Anwendungen zu nutzen:

Werkstoff-Herstellung und Sortierung

Die Reinheit und Zusammensetzung von Werkstoffen kann in Sekundenbruchteilen ermittelt werden. So lässt sich beispielsweise die Verteilung von Materialphasen oder Verschmutzungen in Metalllegierungen kontrollieren.

Beschichten und Oberflächenbearbeitung

In Fertigungsprozessen, in denen Oberflächen beschichtet werden, kann mit LIPS zuverlässig geprüft werden, ob das Beschichtungsergebnis den Anforderungen in Zusammensetzung und Homogenität entspricht, sodass in den folgenden Produktionsschritten beste Ergebnisse erzielt

werden können. Der Beschichtungsprozess kann damit geregelt und überwacht werden. Aufgrund der hohen Ortsauflösung kann die beschichtete Oberfläche bildgebend analysiert und dargestellt werden.

Teile-(Eingang)kontrolle

Mit LIPS kann die Zusammensetzung eines zugelieferten Bauteils oder Werkstoffes zuverlässig analysiert werden. So kann etwa die Qualität von goldbeschichteten elektrischen Kontakten bereits bei der Anlieferung bestimmt werden.

Recycling

Im Bereich des Recycling können LIPS-Messmethoden eingesetzt werden, um unterschiedliche bekannte Stoffe in wenigen ms zu erkennen.

3 Schraube mit Zink-Phosphat-Beschichtung. Die mit LIPS analysierte Stelle ist rot markiert.

4 LIPS-Spektrum der in Abb. 3 gezeigten Schraube bei mehrfacher Bestrahlung mit je einem Laserpuls. Beim ersten Puls dominieren Zink und Phosphor. Je tiefer die Pulse in die Beschichtung vordringen, desto stärker tritt das Eisen signal hervor. Nach hundert Pulsen, was in diesem Fall einer Eindringtiefe von ca. 300 µm entspricht, ist nur noch Eisen nachweisbar.