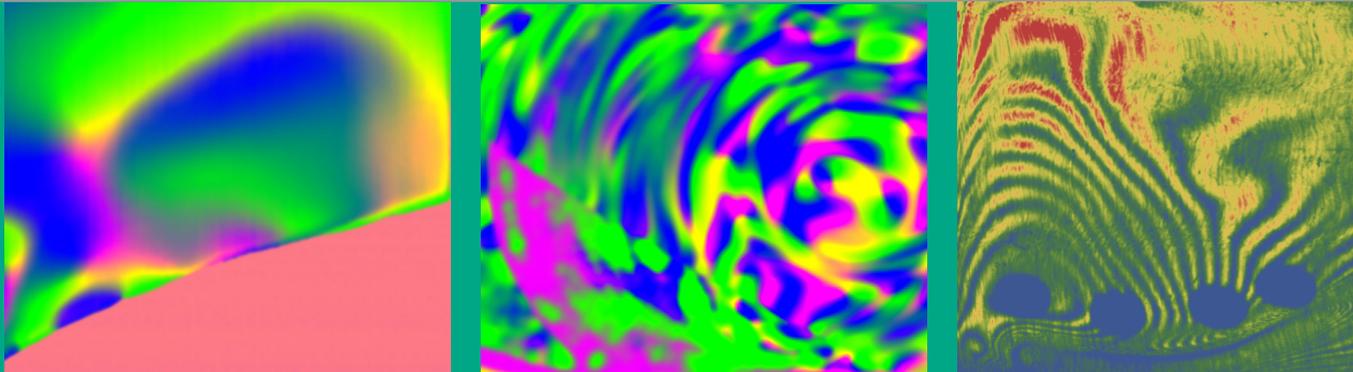




# Fraunhofer

## IOSB

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR OPTRONIK, SYSTEMTECHNIK UND BILDAUSWERTUNG IOSB



## Abbildende Ellipsometrie an ebenen und gekrümmten Oberflächen

### Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung

Fraunhoferstraße 1  
76131 Karlsruhe

#### Ansprechpartner Sichtprüfsysteme

Prof. Dr. Thomas Längle  
Telefon +49 721 6091-212  
thomas.laengle@iosb.fraunhofer.de

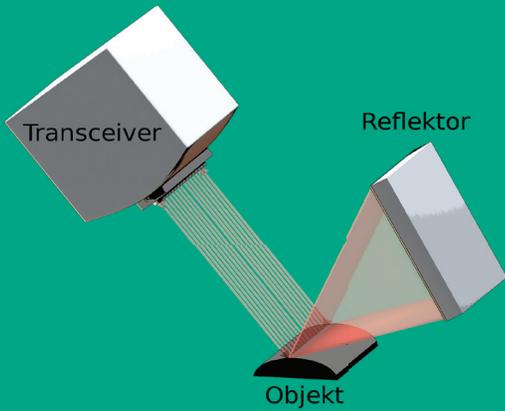
Dr. Matthias Hartrumpf  
Telefon +49 721 6091-444  
matthias.hartrumpf@iosb.fraunhofer.de

[www.iosb.fraunhofer.de](http://www.iosb.fraunhofer.de)

Am Fraunhofer IOSB wird ein Prüfsystem entwickelt, das die optischen Eigenschaften von Oberflächen und Beschichtungen inline in Fertigungsprozessen bestimmen kann. Im Durchlauf scannt das System die Oberfläche des Prüflings mit einem Laserstrahl. Für jeden Punkt der Oberfläche werden die Polarisationsänderungen des reflektierten Lichts gemessen und daraus die optischen Eigenschaften bestimmt. Damit wird eine vollständige Prüfung der Oberfläche auf kosmetische Fehler, Materialfehler oder Beschichtungsfehler ermöglicht. Im Gegensatz zu herkömmlichen ellipsometrischen Prüfsystemen mit separater Sendeeinheit und fest eingestelltem Einfallswinkel, kann die Prüfung selbst bei starken Neigungsänderungen der Oberfläche erfolgen. Das Prüfsystem ermöglicht z.B. die Inspektion polierter und lackierter Metall- bzw. Kunststoffoberflächen sowie die Inspektion funktionaler Schichten aus den Bereichen Automobil, Mikroelektronik und Sanitär.

#### Funktionsprinzip

Das Messprinzip nutzt die Retro-Reflexion aus, um in einer einzigen Sendeeinheit (Transceiver) sowohl polarisiertes Licht auszusenden, als auch die Änderung des Polarisationszustands durch die Probe zu detektieren. Das Scannen der Oberfläche wird über ein Ablenken des Lichtstrahls aus einer Laserquelle realisiert. Der Strahl trifft nach der Reflexion an der Probenoberfläche auf einem Retroreflektor auf. Die verwendete Retroreflektor-Folie erhält den Polarisationszustand unabhängig vom Einfallswinkel (bis ca. 30°) und reflektiert den Strahl ohne Versatz wieder in die gleiche Richtung zurück. Nach nochmaliger Reflexion des Strahls an der Probenoberfläche gelangt er in den Transceiver. Dort wird die Änderung des Polarisationszustands durch die Probe detektiert. Damit erfolgt eine orts aufgelöste Bestimmung der optischen Eigenschaften der Probe (Brechungsindex, Absorption oder Schichtdicke).

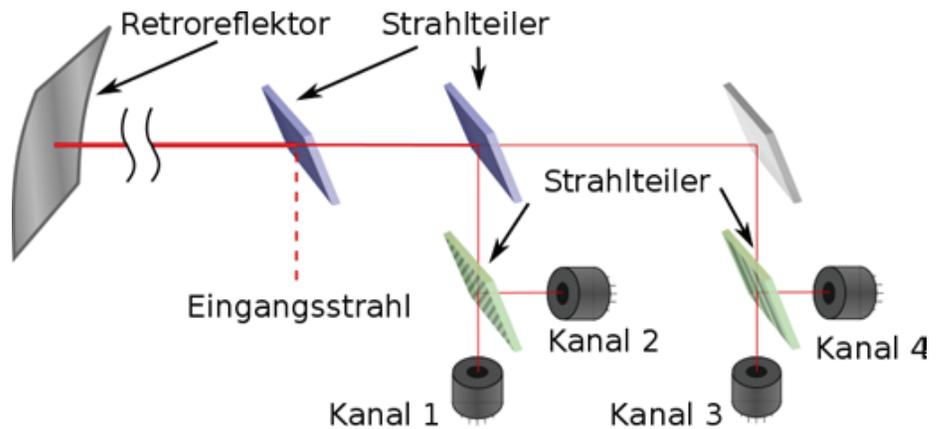


Die besonders schmale Rückstreukeule des Retroreflektors erlaubt eine feine Ortsauflösung. Bei anderen industriellen Inspektionssystemen des IOSB konnten damit Strukturen  $< 100 \mu\text{m}$  detektiert werden. In dieser Anwendung erlaubt die hohe Auflösung die automatische Detektion entsprechend feiner Inhomogenitäten der Beschichtung, der Oberflächenbeschaffenheit oder der Materialzusammensetzung.

### Vorteile und Besonderheiten

Der entwickelte Ellipsometriescanner kombiniert die Vorteile eines Laser-Scanners zur bildgebenden Vermessung von Proben im Durchlauf mit den Möglichkeiten der Schichtdicken- und Materialcharakterisierung der Ellipsometrie. Durch Verwendung eines Laserscanners erhält man neben einer hohen Lichtintensität zur Untersuchung dunkler Proben auch eine sehr große Schärfentiefe. Im Gegensatz zu abbildenden Verfahren (z.B. mittels Kameras) ist es dadurch möglich die abbildende Ellipsometrie nicht nur für sehr kleine Messbereiche, sondern auch zur lückenlosen Inline-Inspektion beschichteter Oberflächen mit variabler Höhe und/oder variabler Oberflächenneigung zu verwenden. Theoretisch ist mit dem jetzigen Prototyp eine örtliche Auflösung von 7000 Pixel pro Laserlinie (Linienbreite 125 mm) erzielbar, die in der Praxis jedoch durch die Mikrostruktur des Retroreflektors begrenzt wird.

Mit der momentan eingesetzten monochromatischen Laserquelle (He-Ne-Laser) kann bereits ein breites Anwendungsspektrum abgedeckt werden, wie die Erkennung von Oberflächendefekten oder die Schichtdi-



ckenbestimmung einfacher Schichtsysteme.

Aktuelle Untersuchungen am IOSB sollen klären welche Messgenauigkeit mit diesem Verfahren erreichbar ist. Dabei wird für das Endprodukt eine mit punktmessenden Ellipsometern vergleichbare Genauigkeit angestrebt.

Im Gegensatz zu Aufbauten mit separater Sende- und Empfangseinheit wird der Anwendungsbereich aber durch die Möglichkeit der bildgebenden und lückenlosen Vermessung beschichteter Oberflächen mit variabler Oberflächengeometrie stark erweitert. Besonders vorteilhaft für den Anwender ist die Robustheit gegenüber Winkeländerungen des Prüflings. Eine genaue Ausrichtung ist zur Gewinnung von Signalen mit diesem Verfahren nicht mehr nötig. Durch das große Messfeld bietet das Prüf-

system zudem die Möglichkeit nicht nur stichprobenhaft und lokal, sondern großflächig und im Durchlauf die Homogenität von Beschichtungen an ebenen und gekrümmten Oberflächen zu überprüfen. Neben Polarisationsmessungen sind auch Änderungen der Intensität bzw. Reflektanz messbar. Wird das Licht aufgrund von Defekten auf der Oberfläche gestreut, lassen sich diese im Bild als dunkle Stellen identifizieren. Dies tritt bei Fehlern wie Kratzer, Löchern oder Rissen auf. Neben der Qualität der Beschichtung kann mit dem Prüfsystem somit auch die Fehlerfreiheit von Oberflächen bzgl. ästhetischer oder funktionaler Qualitätskriterien erfasst werden. Das Inspektionssystem ist für den Einsatz in den Bereichen Automotive, Optik, Display und Metallveredelung besonders geeignet.

