

Projektplan

SpOC: Entwicklung eines Spektralphotometers, spezifisch für die Qualifizierung komplexer optischer Beschichtungen – Spectrophotometer for Optical Coatings (21019 N)

Optische Beschichtungen sind einer der Grundbausteine von optischen Komponenten, da sie Elemente einfacher bis komplexer Systeme mit ihrer Funktion ausstatten oder vergüten. Ausschlaggebendes Merkmal dieser optischen Beschichtungen stellt das spektrale Übertragungsverhalten dar und wird daher zur Qualitätskontrolle sowohl von den Herstellern und Entwicklern als auch von den Anwendern der entsprechenden Komponenten mit einem Spektralphotometer ermittelt. Eine kleine Anzahl Anbieter vertreibt entsprechende Geräte am Markt, jedoch orientiert sich ihr Angebot hauptsächlich an der Pharma- und Lebensmittelindustrie. Da die Dünnschichtindustrie einen Nischenmarkt für diese Anbieter darstellt, sind die Instrumente nicht auf die Anforderungen der Optik und Photonik abgestimmt. Im Rahmen der Qualitätssicherung sind Hersteller und Anwender in der Dünnschichtindustrie daher unter anderem mit den folgenden Problemstellungen konfrontiert:

- Absolutgenauigkeit und Reproduzierbarkeit vor allem im mittleren Dynamikbereich bei Reflexions- und Transmissionsmessungen
- Signal-Rausch-Verhältnis im UV-Bereich mit polarisiertem Licht
- Messungen dickerer Proben
- spektrale Auflösung, insbesondere bei der Qualifikation von Linien und Kantenfiltern (Abb. 1)
- Divergenz des Teststrahls (Abb. 1)
- Messungen polarisierender Optiken
- Probendurchsatz

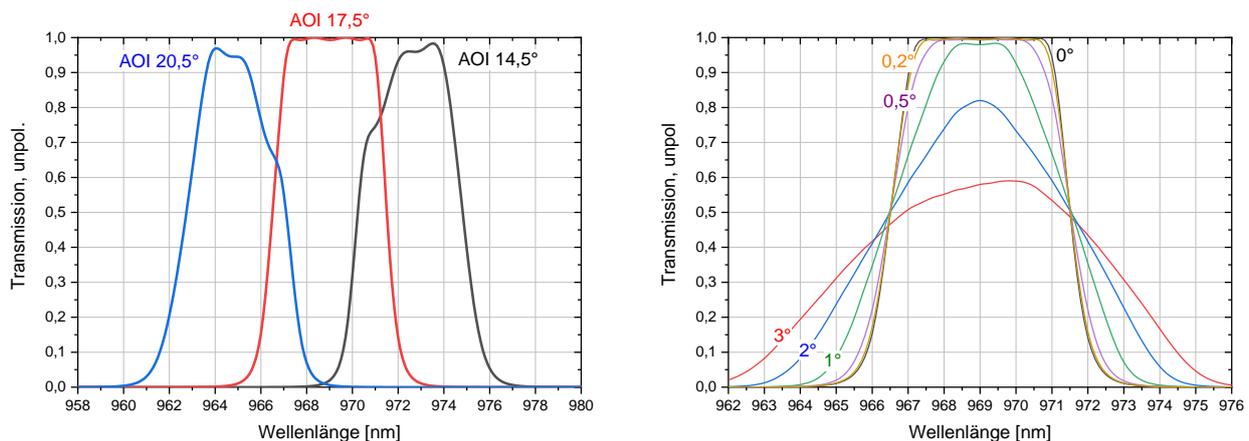


Abbildung 1: Theoretisches Transmissionsspektrum eines Schmalbandfilters bei unterschiedlichen Einfallswinkeln (links) und theoretische Transmission für einen divergenten Prüfstrahl (rechts) in Abhängigkeit des Divergenzwinkels. Mit zunehmender Divergenz des Teststrahls steigt der Messfehler, da die Spektren unterschiedlicher Einfallswinkel verwaschen, was äquivalent ist zu einer ungenügenden spektralen Auflösung.

Um hochpräzisen Beschichtungsprozessen gerecht zu werden und eine effizientere Produktionsoptimierung zu ermöglichen ist eine Weiterentwicklung und Spezialisierung des Spektralphotometers auf die Anforderungen der Dünnschichtindustrie unerlässlich.

Forschungsziel

Ziel des Projekts SpOC ist die Entwicklung mehrerer Spektralphotometer-Demonstratoren für den UV/VIS/NIR-Spektralbereich, welche auf die Aspekte Absolutgenauigkeit, spektrales Auflösungsvermögen und Probendurchsatz spezialisiert sind, um die aktuellen und auch zukünftigen Bedürfnisse der Photonikindustrie zu bedienen.

Die wichtigen Meilensteine im Rahmen des Projekts sind daher:

- Konfiguration eines Demonstrators mit einer Absolutgenauigkeit von 0,1% für Transmission und 0,2% für Reflexion bei Messungen planparalleler Optiken
- Konfiguration eines Demonstrators, welcher in seiner spektralen Auflösung nur durch den verwendeten Doppelmonochromator limitiert ist.
- Konfiguration eines Demonstrators mit 5-fachem Probendurchsatz bei absoluten Messungengenauigkeiten von 0,2% für Transmissions- und 0,5% für Reflexionsmessungen.

Lösungsweg zur Erreichung des Forschungsziels

Zu Beginn des Projekts wird in enger Zusammenarbeit mit dem projektbegleitenden Ausschuss (PA) ein Referenzprobensatz konzipiert und hergestellt, anhand dessen sich Limitierungen aktueller Systeme darstellen lassen und eine Qualifizierung der Projektfortschritte ermöglicht wird.

Für die Entwicklung der Spektralphotometer-Demonstratoren wird das Gesamtgerät in die übergeordneten Module Strahlquelle, Strahlaufbereitung, Probenaktorik und Detektion unterteilt, welche, ausgehend von der zu erreichenden Systemverbesserung, fokussiert weiterentwickelt werden.

Zur Steigerung der Absolutgenauigkeit ist die Qualifikation alternativer Strahlquellen und eine Optimierung der Detektormodule geplant. Ansatzpunkt der Steigerung des spektralen Auflösungsvermögens ist die Strahlaufbereitung. Zur Steigerung des Probendurchsatzes soll eine spezielle Probenaktorik und die zugehörige Signalerfassung entwickelt werden.

Zum Abschluss des Projekts soll ein Pflichtenheft basierend auf mehreren Konzepten für Spektralphotometer-Prototypen speziell für die Anforderungen der Photonikindustrie erstellt werden.

Nutzen und wirtschaftliche Bedeutung des Forschungsthemas

Vor dem Hintergrund der global und insbesondere auch der national stark wachsenden Photonikindustrie können zugleich mehrere Industriezweige der Branche von den geplanten Arbeiten profitieren. In den Arbeiten ist geplant die gesamte Wertschöpfungskette von der Zulieferung von Komponenten für die

einzelnen Module, über den Messgerätebau bis hin zur Anwenderseite abzubilden. Vorrangiger Profiteur der geplanten Arbeiten wird voraussichtlich jedoch die optische Dünnschichtindustrie. Die kleinen und mittelständischen Unternehmen in dieser Sparte bedienen oftmals Nischenmärkte und sind hochspezialisiert, sind aber vor allem die Marktteilnehmer, die höchste Präzision und Flexibilität liefern können. Die internationale Wettbewerbsfähigkeit und somit das Wachstum dieser Unternehmen wird insbesondere durch ihre Innovationskraft und den daraus folgenden Alleinstellungsmerkmalen und technischen Abgrenzungen gegenüber Konkurrenten am Markt bestimmt. Eine effiziente Messtechnik würde heutige typischerweise erforderliche Entwicklungsdauern, die oftmals dem Umstand geschuldet sind, dass eine Prüfung neuer oder verbesserter Komponenten erst in der Anwendung erfolgen kann, deutlich reduzieren, und ist in einigen Fällen sogar Grundvoraussetzung für eine innovative Entwicklung. Infolge der fortschreitenden Globalisierung ist Innovation der Garant für eine Position der deutschen Photonikindustrie auf dem internationalen Markt. Vor diesem Hintergrund ist der Aufbau von nationaler Kompetenz zum Bau international wettbewerbsfähiger Spektralphotometer für die Photonikindustrie eine strategisch erforderliche Maßnahme. Diese Schlüsseltechnologie in der Photonikbranche ist bislang vorrangig den USA vorbehalten. Am Standort Deutschland ist aufgrund der Konkurrenzlosigkeit ein großer Entfaltungsspielraum für diese Technologie vorhanden, vor allem da je nach Produktionsvolumen selbst bei KMU oftmals mehrere Geräte pro Standort zur Qualitätssicherung erforderlich sind.

Projektbegleitender Ausschuss

Unternehmen
Bühler Alzenau GmbH
Carl Zeiss Spectroscopy GmbH
DIOPTIC GmbH <small>KMU</small>
FHR Anlagenbau GmbH
Laser Components GmbH <small>KMU</small>
LASEROPTIK GmbH <small>KMU</small>
LAYERTEC GmbH <small>KMU</small>
Optics Balzers Jena GmbH <small>KMU</small>
Qioptiq Photonics GmbH & Co. KG
SPECTARIS, Dt. Industrieverband