



<b>Projekt:</b>	<b>Plasma und optische Technologien: Erhöhung der Qualität und Ausbeute optischer Beschichtungstechnologien - PluTO+</b>
<b>Koordinator:</b>	Bühler Alzenau GmbH Dr. Harro Hagedorn Siemensstraße 88 63755 Alzenau, Tel.: +49 6023 500 162 harro.hagedorn@leyboldoptics.com
<b>Projektvolumen:</b>	9,5 Mio € (60% Förderanteil durch das BMBF)
<b>Projektlaufzeit:</b>	01.10.2014 – 30.09.2017
<b>Projektpartner:</b>	☞ Bühler Alzenau GmbH, Alzenau ☞ Applied Materials Web Coating GmbH, Alzenau ☞ Cutting Edge Coatings GmbH, Hannover ☞ Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF, Jena ☞ ESI Software GmbH, Essen ☞ IMST GmbH, Kamp-Lintfort ☞ Laser Components GmbH, Olching ☞ Laser Zentrum Hannover e.V. ☞ Layertec GmbH, Mellingen ☞ Leibniz-Institut für Plasmaforschung und Technologie e.V. (INP), Greifswald ☞ Robert Bosch GmbH, Gerlingen ☞ Ruhr-Universität Bochum, Lehrstühle AEPT, EST, HFS, TET

### **Hightech-Oberflächen – mit Photonik herstellen und für die Photonik nutzen!**

Die Funktionalisierung von Oberflächen und Schichten ist eine der wesentlichen Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts. So ist sie Wegbereiter für den Wandel der Photonik hin zu hochintegrierten Komponenten, verhilft traditionellen Werkstoffen zu neuen oder verbesserten Eigenschaften, erschließt neue Materialien für eine ressourcenschonende industrielle Nutzung und erhöht Effizienz und Langlebigkeit regenerativer Energieerzeugung. Dabei erfordert die Funktionalisierung von Oberflächen und Schichten hochpräzise Werkzeuge, die zugleich zuverlässig und effizient arbeiten. Kaum eine andere Technologie vereinigt diese Eigenschaften so wie die Photonik.

Mit der Fördermaßnahme „Die Basis der Photonik: funktionale Oberflächen und Schichten“ im Rahmen des Programms „Photonik Forschung Deutschland“ verfolgt das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) das Ziel, sowohl bestehende Hemmnisse bei der Erzeugung funktionaler Oberflächen bzw. Beschichtungen durch die Nutzung photonischer Verfahren und Werkzeuge zu überwinden, als auch neue Anwendungsbereiche funktionaler Oberflächen und Schichten zu erschließen. Für die Forschungsarbeiten in 12 Verbundprojekten stellt das

BMBF insgesamt ca. 34,0 Millionen Euro zur Verfügung.



Bild 1: In der Beschichtungstechnologie kommen modernste Verfahren zum Einsatz (Quelle: Laser Zentrum Hannover)

## Erforschung von Methoden zur Verbesserung von Qualität, Reproduzierbarkeit und Ausbeute plasmabasierter Beschichtungsprozesse

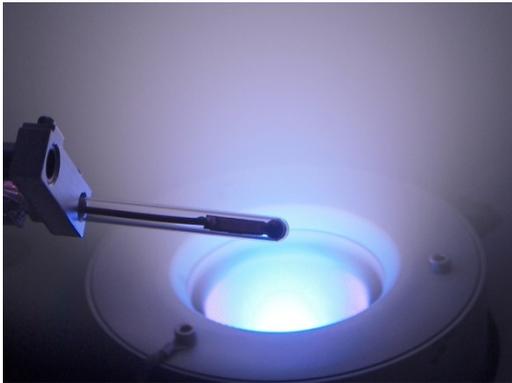


Bild 2: Multipolresonanzsonde der Ruhr-Universität Bochum (Quelle: INP Greifswald)

Für die Erforschung optischer Schichten, die höchsten Qualitätsansprüchen genügen, sind Plasmaprozesse unverzichtbar. Zwei in der Photonik besonders wichtige plasmabasierte Abscheidungsverfahren, das plasmaionengestützte Elektronenstrahlverdampfen und die Ionenstrahl-Zerstäubung, sowie zwei weitere, in der Halbleiter- und Werkstofftechnik wichtige Verfahren, plasmaunterstützte chemische Gasphasenabscheidung und deren konstruktive Variante Roll-to-Roll-Chemical Vapor Deposition stehen in diesem Verbundprojekt im Mittelpunkt.

Nach Erfolgen aus dem gemeinsamen Grundlagenprojekt Plasma und optische Technologie (PluTO, 2009 – 2014), das vom BMBF mit 4,8 Mio. € gefördert wurde, werden die Erkenntnisse nun mit aktiver Industriebeteiligung zur Erforschung von auf Plasmakenngrößen basierenden Regelungskonzepten eingesetzt. Übergeordnetes Ziel ist

hierbei, Ausbeute und Qualität funktionaler Schichten zu steigern und die Streuung ihrer geometrischen und Materialeigenschaften zu vermindern.

### In-situ Erfassung von Plasmakenngrößen zur aktiven Regelung ermöglicht die Steigerung der Langzeitstabilität der Beschichtungsprozesse

Bisher beschränkt sich die Prozessführung auf die Steuerung von Betriebsgrößen, wie Gasflüsse, elektrische Spannungen oder Ströme. Das hohe Qualitätsniveau optischer Schichten wurde durch die im Verlauf des vergangenen Jahrzehnts perfektionierten Methoden zur Kontrolle der optischen Schichtdicken erreicht. Hingegen sind die für die Schichtbildung entscheidenden internen Plasmakenngrößen nicht zugänglich.

Das Verbundprojekt erforscht neuartige prozesskompatible Diagnostikverfahren zur in-situ Erfassung von Plasmametern. Hierzu zählen insbesondere die Multipolresonanzsonde zur Bestimmung der Elektronendichte und spektroskopische Verfahren. Die Multipolresonanzsonde arbeitet nach dem Prinzip der aktiven Plasmaresonanzspektroskopie und zeichnet sich durch geringe Abmessungen sowie Unempfindlichkeit gegenüber Beschichtung mit nichtleitendem Material aus.

Daneben werden physikalische Modelle für die eingesetzten Plasmaquellen und die Prozessplasmen erstellt und schließlich mit der in-situ Diagnostik zu einer modellbasierten, aktiven Regelung der Beschichtungsprozesse kombiniert. Zusätzlich wird in der Zusammenarbeit aus Optik- und Plasmaforschern die Verknüpfung von in-situ Diagnostik des Plasmas und der wachsenden Schicht vorgenommen. Mit diesem Konzept soll ein bislang unerreichter Grad an Prozessstabilität sichergestellt werden, indem die in konventioneller Prozessführung auftretenden Driften vermieden werden.

Mit diesen neuen, präzisen plasmabasierten Regelungskonzepten können Schichteigenschaften gezielter als bisher eingestellt werden. Damit wird der Material- und Energieeinsatz zur Herstellung der Schichtsysteme effizienter gestaltet. Durch die Erforschung der Plasmaprozesse wird also eine Qualitätssteigerung in Verbindung mit Ressourceneffizienz sowie Kostenreduzierung erreicht und so das Anwendungsspektrum der genannten Depositionsverfahren für die Herstellung komplexer Schichtsysteme erheblich erweitert. Anwendungen finden sich in vielen Bereichen, wie Bildgebung, Ophthalmik, Messtechnik, Kommunikationstechnik, Laseroptik oder dem Automobilbereich.

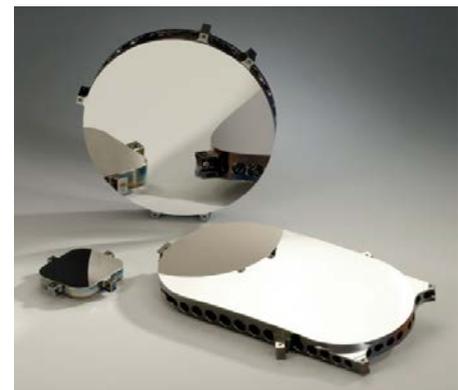


Bild 3: Hochpräzise Spiegel für extreme Anforderungen in der Weltraumtechnik. (Quelle: Fraunhofer IOF)