

## Projekt

### **Nanostrukturierte Entspiegelung optischer Hochleistungsmaterialien für eine breites industrielles Anwendungsspektrum (NeoMAT)**

Koordinator:	Dr. Ralph Schmittgens Leica Camera AG Am Leitz-Park 5 35578 Wetzlar Tel.: 06441 / 2080751 E-Mail: ralph.schmittgens@leica-camera.com
Projektvolumen:	1,4 Mio € (Förderquote 62%)
Projektlaufzeit:	01.02.2017 bis 31.01.2021
Projektpartner:	➤ TRUMPF Laser GmbH, Schramberg ➤ MPI für intelligente Systeme, Stuttgart ➤ Ernst-Abbe-Hochschule, Jena ➤ Nanopta GmbH, Lons

## Das Fundament der Photonik von Übermorgen

Die Grundlagenforschung stößt auf immer neue Phänomene und Effekte, die auf der Wechselwirkung des Lichts mit Materie beruhen. Für die jeweilige Grenze experimentell gewonnenen Wissens gilt dabei im Allgemeinen, dass sie auch den aktuellen Stand des technischen Vermögens definiert, solche Effekte und Phänomene überhaupt beobachtbar zu machen. Entsprechend sind die jeweiligen Experimente regelmäßig mit einem hohen Aufwand an Personal und Material verbunden.

Werden nun unter den vielen von der Forschung hervorgebrachten Erkenntnissen solche identifiziert, die ein hohes Potenzial für konkrete technische Anwendungen versprechen, so sind fast immer erhebliche Entwicklungsarbeiten erforderlich, um das im Labor beobachtete Phänomen in einer effizienten, d.h. insbesondere in einer bezahlbaren Weise für eine möglichst große Anzahl technischer Anwendungen nutzbar zu machen.

Die Projekte der Bekanntmachung „Photonik Plus – Neue optische Basistechnologien“ haben zum Ziel, Arbeiten zu solchen Erkenntnissen der optischen Grundlagenforschung zu unterstützen, die bisher nicht oder nur unterkritisch für eine praktische Anwendung erschlossen werden konnten.



Bild 1: Neue optische Effekte erfordern zu ihrer erstmaligen Beobachtung regelmäßig einen weit höheren Aufwand, als er für eine praktische Anwendung vertretbar wäre.  
(Quelle: iStock/ Maartje van Caspel)

## Künstliche „Mottenaugenstrukturen“ zur Entspiegelung hochwertiger optischer Materialien für High-Performance Anwendungen

Bemerkt oder unbemerkt beeinflusst optische High-End-Technologie beinahe alle Bereiche unseres modernen Lebens. Die Anwendungsvielfalt reicht von Miniaturkameras in modernen Kommunikationsmitteln über medizinische Diagnose- und Therapieinstrumente bis zu Hochleistungslasersystemen in der industriellen Produktion.

Unabhängig von der Anwendung sind diese optischen Systeme oft von störenden Reflexionen betroffen, so dass für eine optimale Funktion die Entspiegelung jeder einzelnen optischen Oberfläche notwendig ist.

Gegenwärtig werden zur Entspiegelung dünne Schichtsysteme eingesetzt, die jedoch vor allem bei anspruchsvollen Anwendungen schon heute an ihre Grenzen stoßen und den steigenden Anforderungen der Zukunft nicht mehr gewachsen sein werden. So wirken dünne Schichten beispielsweise nur für einen vergleichsweise kleinen Wellenlängenbereich und können sehr hohen Laserleistungen, wie sie zur Metallbearbeitung genutzt werden, kaum widerstehen.

Eine leistungsfähige Alternative zu Antireflexschichten wurde in der Natur auf den Augen von nachtaktiven Insekten entdeckt und ist daher als Mottenaugenstruktur bekannt. Es handelt sich um entspiegelnd wirkende Nanostrukturen, die für viele Anwendungen wesentliche Verbesserungen versprechen und sogar völlig neue Lösungsansätze eröffnen.

### Nanostrukturierte Entspiegelung durch Selbstorganisation und Trockenätzprozesse

Ziel dieses Vorhabens ist es, neue Entspiegelungsverfahren auf Basis von Nanostrukturen zu entwickeln, die zum einen die Beschränkungen von herkömmlichen Schichtsystemen überwinden, zum anderen flexibel auf vielfältige optische Substratmaterialien angewandt werden können. Gleichzeitig dürfen die entwickelten Verfahren nicht deutlich teurer als die etablierten Entspiegelungsverfahren sein, um einen breiten Markt bedienen zu können.

Die technische Basis der Entspiegelung mit Nanostrukturen besteht aus der Kombination aus einem Selbstorganisationsprozess, mit dem eine Maske aus lateral geordneten Nanopartikeln erzeugt wird, und einem physikalisch-chemischen Trockenätzprozess, der zur Strukturübertragung von der Maske auf das optische Material genutzt wird. Da viele Hochleistungsmaterialien chemisch stabil oder besonders hart sind, werden zudem Zwischenschichten eingesetzt, um eine optimale Strukturübertragung zu erreichen. Zunächst wird die erzeugte Nanopartikelmaske zur Strukturierung der Zwischenschicht genutzt und anschließend in einem zweiten Ätzschritt in das darunter liegende optische Material übertragen. So können Nanostrukturen hergestellt werden, die durch eine überaus leistungsfähige optische Wirkung überzeugen. Im Projekt werden außerdem durchgehend wichtige anwendungsrelevante Aspekte wie mechanische und thermische Stabilität, Widerstandsfähigkeit gegen hohe Laserenergien sowie adäquate Reinigungsprozesse untersucht.

Im Verbund haben sich Partner der Grundlagenforschung, der angewandten Forschung und Vertreter der optischen Industrie aus verschiedenen Bereichen der Hochleistungsoptik zusammengeschlossen. Damit werden alle Ebenen der Wertschöpfungskette adressiert, um die grundlegenden Forschungsergebnisse für die industrielle Verwertung zu validieren. Als weiterer Partner tritt während der Laufzeit eine Ausgründung der Wissenschaftspartner als Start-Up Unternehmen in das Projekt ein. Dieser Partner (Nanopta) strebt die anschließende Verwertung der Projektergebnisse an, beispielsweise indem er als Zulieferer für die im Projekt beteiligten Industriepartner fungiert.

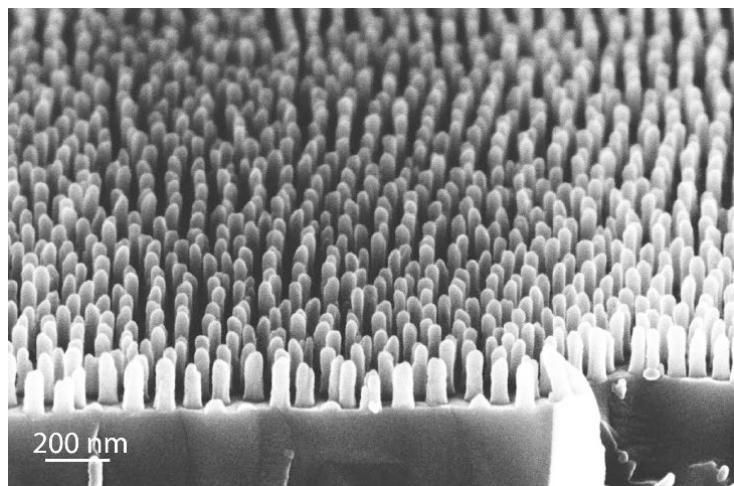


Bild 2: Künstlich hergestellte Mottenaugenstrukturen in Quarzglas.  
(Quelle: Max-Planck-Institut für intelligente Systeme)