

## Höchst reflektierende Spiegel

### Das Ziel

Leistungsfähige Optiken sind eine der wichtigsten Voraussetzungen für den effektiven Einsatz von hochintensivem Laserlicht. Eine Steigerung der Effizienz von Laser-Anwendungen durch die Entwicklung neuartiger optischer Komponenten, insbesondere für den kurzwelligen Spektralbereich und kurze Laserpulse, war das Ziel des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (BMWA) innerhalb des Programms InnoNet geförderten Verbundprojekts **SPOT**.

Schwerpunkt des gemeinsamen F&E-Vorhabens war die Realisierung von neuen höchstreflektierenden, auf so genannten Gitter-Wellenleiter-Strukturen basierenden Spiegeln für kurze UV-Wellenlängen. Die einzigartigen Resonanzeigenschaften dieser Strukturen erschließen zahlreiche neue Einsatzgebiete innerhalb eines breiten Spektralbereichs.

### Der Weg

Die Innovation des verfolgten Ansatzes besteht im Ersatz der vertikalen Anordnung zahlreicher dielektrischer Schichten herkömmlicher Reflektoren (Stack-Design) durch eine einzige horizontale, wellenleitende Struktur.

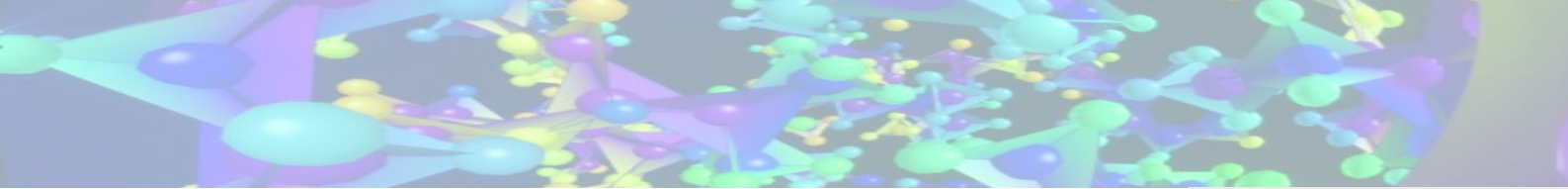
## für Laser-Anwendungen bei kurzen Wellenlängen

Durch periodische Strukturierung der Oberfläche werden Gitter-Wellenleiter erzeugt, die im Idealfall ein der verlustfreien Totalreflexion des einfallenden Lichts entsprechendes Verhalten aufweisen. Die darüber hinaus erreichbare extreme Schmalbandigkeit der Resonanz von wenigen Bruchteilen einer Wellenlänge ermöglicht weitere, ganz neue Ansätze für innovative Anwendungen. So konnten durchstimmbare Reflektoren sowie als äußerst schmalbandige Filter geeignete Bauteile demonstriert werden.

Im Falle der Reflektor-Komponenten ist es durch die Verwendung von streuarmlen Gittern und die Auswahl geeigneter Wellenleiter-Materialien wie Metalloxiden und Metallfluoriden, welche eine geringe bis verschwindende Materialabsorption aufweisen, gelungen, Reflektivitäten im Bereich von >95% zu erreichen.

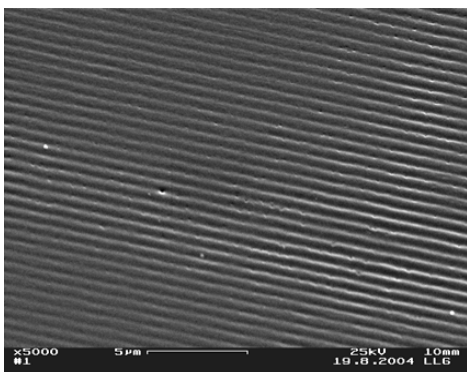
*"PhotonicNet trägt dazu bei, geeignete Partner in der Region für anspruchsvolle F&E - Projekte zu identifizieren. Bei dem hier beschriebenen Netzwerk konnte ein Verbund gegründet werden, in dem sich alle Beteiligten optimal in ihren Expertisen ergänzen."*

Prof. Dr. G. Marowsky, Direktor, LLG e.V.

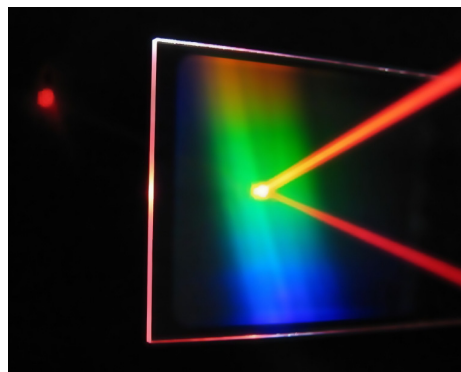


Alternativ zur Verwendung von kommerziell hergestellten Gittern wurden im Verbund eigene Gitterstrukturen durch Maskenabbildung mittels UV-Laserablation sowie durch Interferenzlithografie hergestellt. Ein typisches Beispiel eines solchen Gitters in einem dünnen Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Film ist in Bild 1 gezeigt.

Bild 2 verdeutlicht das Reflexionsprinzip der Gitter-Wellenleiter im sichtbaren Spektralbereich. In diesem Fall ist das Bauteil für die Wellenlänge eines Helium-Neon-Lasers bei 632.8 nm optimiert. Zu Demonstrationszwecken wurde darüber hinaus ein Einfallswinkel ungleich Null gewählt. Ähnliche Resultate wurden für andere Spektralbereiche vom UV bis zum nahen Infrarot beobachtet.



1. Annähernd sinusförmige Gitterstruktur (Periode 780 nm) in 150-nm dünnem Metalloxid-Film (Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), erzeugt durch F<sub>2</sub>-Laserablation bei 157 nm.



2. Strahlverlauf an einer Gitter-Wellenleiter-Struktur bei 632.8 nm in Resonanz: Annähernd vollständige Reflexion des einfallenden Lichts bei verschwindender Transmission.

© Laser-Laboratorium Göttingen e.V. (1,2)

## Projektpartner



## Kontakt

Dr. Mark Andreas Bader  
Laser-Laboratorium  
Göttingen e.V.  
Hans-Adolf-Krebs-Weg 1  
37077 Göttingen

Tel.: 0551 / 5035 43  
Fax: 0551 / 5035 99  
eMail: mbader@llg.gwdg.de  
URL: www.llg.gwdg.de

## Der Nutzen

Ein Einsatz dieser neu entwickelten Reflektor-Komponenten ist insbesondere für Anwendungen in Geräten und Messverfahren für die Forschungs- und Technologiefelder Optik, Photonik, Sensorik, Mikrooptik oder Mikrosystemtechnik interessant. Darüber hinaus ist ein Einsatz von Bauelementen auf der Basis von Gitter-Wellenleiter-Strukturen im starken Wachstumsmarkt der Halbleiter-Lithographie, und damit bei Wellenlängen bis 13 nm, denkbar, falls entsprechende Gitterstrukturen zur Verfügung gestellt werden können.

Neben höchstreflektierenden Spiegeln als Komponenten zur Strahlführung stellen Auskoppel- und Rückspiegel in Laser-Resonatoren aufgrund der Durchstimmbareit ihrer Resonanz ein weiteres potentiell Einsatzgebiet dar. Aufgrund der Flexibilität des Designs der Gitter-Wellenleiter ist ein Einsatz in einer Vielzahl von unterschiedlichen Lasersystemen möglich.

Das Projekt SPOT wurde vom Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (BMWA) gefördert und vom VDI/VDE-IT in Teltow als Projektträger begleitet.