

# LASERBASIERTE KERNFUSION NEUE ANFORDERUNGEN AN OPTISCHE KOMPONENTEN

**K**ernfusion auf der Erde zu kontrollieren und für die Energiegewinnung zu nutzen ist eine Zukunftsvision, unseren stetig wachsenden Energiebedarf nachhaltig zu decken. Diesem Traum ist man ein Stück nähergekommen, seit am National Ignition Facility (NIF) in Kalifornien, USA, gezeigt wurde, dass Energiegewinnung möglich ist, wenn man Laserstrahlung zur Fusionsreaktion einsetzt. Seither hat die laserbasierte Fusionsforschung einen kräftigen Schub nach vorn bekommen.

Um derart große und leistungsfähige Laseranlagen zu bauen, werden Optiken benötigt, die den hohen Strahlungsintensitäten standhalten. Um die Laserstrahlung zu manipulieren, verstärken, und am Ende einer Brennstoffkapsel zuzuführen, werden besonders große Optiken benötigt, typischerweise mit einer rechteckigen Außenkontur mit Abmessungen zwischen 500 und 1000 mm. Für diese Optiken gelten höchste Anforderungen, die gleichzeitig zu erfüllen sind:

- Optiken müssen hohen Pulsenergien standhalten. Dies erfordert angepasste Beschichtungsdesigns und extreme Oberflächensauberkeit.
- Optiken müssen hohen mittleren Leistungen standhalten. Bereits kleinste Absorptionsverluste führen zu Degradation und zur Erhitzung der Bauteile und damit zu thermischen Linsen.
- Strahlverzerrungen müssen minimiert werden, um eine definierte Energieverteilung zu gewährleisten.
- Die Optiken müssen über lange Betriebszeiten hinweg ihre spezifizierten Eigenschaften aufrechterhalten.

LAYERTEC befasst sich bereits seit 2007 damit, diese Anforderungen auf große Flächen zu skalieren. Das ursprüngliche Ziel war es, die für 1-Zoll- und 2-Zoll-Optiken verfügbaren Beschichtungen in vergleichbarer Qualität auch auf Optiken mit einem halben Meter Durchmesser anzubieten. Erste Erfolge konnten bereits auf der Lasermesse

2007 vorgestellt werden. In den darauffolgenden Jahren wurde sukzessiv der gesamte Produktionsprozess der Optikfertigung für diese Größenklasse aufgebaut (Schleifen, Politur, Ultraschallreinigung, Messtechnik).

In einer nächsten Ausbaustufe wurden die Fertigungsmöglichkeiten bis auf Längen von 1200 mm erweitert. Mit der Einrichtung einer eigenen Fertigungsabteilung im Jahr 2023 wurden zusätzliche Fertigungskapazitäten geschaffen, um auf die stetig wachsende Nachfrage nach Großoptiken einzugehen.

LAYERTEC verfügt heute über eine Reihe von Kernkompetenzen, um auch zukünftigen Anforderungen nach großen Hochleistungsoptiken gerecht zu werden:

- Politurtechnologien über mehrere Stufen (klassisch und CNC) bis zu Längen von 2000 mm
- Reinigung: Eigens entwickelte Ultraschallreinigungsanlagen für Optiken bis 1200 mm Länge
- Beschichtung: Ionengestützte Bedampfung bis 1200 mm, Magnetronspütern bis 600 mm
- Messtechnik: Mehrere Interferometer für plane, zylindrische und sphärische Flächen, scannende Messsysteme für Freiformflächen, Rauheitsmessgeräte (inkl. AFM), mehrere Multi-Sensor KMGs, automatisierte Messsysteme für Oberflächendefekte, Beschichtungscharakterisierung (OPO-CRD, PCI, Zerstörschwellen-Messung).

Unsere Großoptiken sind bereits heute in Hochenergie-



Abschließende Sichtkontrolle nach Defektanalyse.  
©LAYERTEC GmbH

Laseranlagen von Partnern aus Industrie und Forschung im Einsatz. Für die industrielle Anwendung in Fusionskraftwerken sind vor allem folgende Aspekte herausfordernd:

- Nahezu defektfreie Oberflächen: Für höchste Zerstörschwellen dürfen keine oder nur sehr kleine Oberflächendefekte (z. B. <math><25 \mu\text{m}</math>) vorhanden sein. Was bei kleineren Optiken durch Selektion guter Teile erreicht werden kann, geht bei großen Optiken nur über tiefes Prozess-Know-how entlang der gesamten Fertigungskette. Um ein objektives Verständnis über Oberflächendefekte zu erlangen, hat LAYERTEC schon vor einigen Jahren ein System zur automatisierten Erkennung und Klassifizierung von Oberflächendefekten entwickelt.
- Skalierbarkeit: Große Laseranlagen erfordern viele Optiken, die zu optimierten Kosten und mit verkürzten Durchlaufzeiten verfügbar sein müssen. Für hohe Stückzahlen muss auch die Fertigung hochanspruchsvoller Optiken in Serienqualität gewährleistet werden.

Derartigen technologischen Fragestellungen stellt sich LAYERTEC aktuell auch in zwei vom BMBF geförderten Forschungsprojekten zum Thema Laserfusion: PriFUSIO und SHARP. Gemeinsam mit Partnern aus Industrie und Forschung werden neue Konzepte und Technologien auf dem Weg zur Laserfusion entwickelt. Gerade bei diesen technologisch anspruchsvollsten Aufgaben erweist sich LAYERTECs hohe Fertigungstiefe von der Optikfertigung über Reinigung und Beschichtung bis hin zur Metrologie und Charakterisierung als großer Vorteil.

Kontakt:  
LAYERTEC GmbH  
Ernst-Abbe-Weg 1  
99441 Mellingen  
Tel.: +49 36453 744 0  
Fax: +49 36453 744 40  
E-Mail: [contact@sales.layertec.de](mailto:contact@sales.layertec.de)  
[www.layertec.de](http://www.layertec.de)