

# PRESSEINFORMATION

-----  
PRESSEINFORMATION

04. Dezember 2024 || Seite 1 | 5  
-----

## Neue und robuste Antireflexlösungen für die Laserträgheitsfusion zur sauberen Energieversorgung der Zukunft

*Neues Forschungsprojekt nanoAR gestartet*

*Jena / Halle (Saale) / Freiburg*

**Damit künftige Laserfusionskraftwerke effizient und zuverlässig arbeiten können, müssen aktuelle Lasertechnologien auf die extremen Anforderungen von hohen Leistungen und Dauerbetrieb angepasst werden. Im neuen Forschungsprojekt »nanoAR« arbeiten neun Projektpartner aus Industrie und Forschung an Methoden zur strukturellen Entspiegelung und Reduzierung von oberflächennahen Schädigungen der eingesetzten optischen Komponenten. Ihre Ansätze könnten auch auf weitere Anwendungsfelder für Hochleistungsoptiken übertragen werden.**

Bei der Laserträgheitsfusion werden hochpräzise und hochenergetische Laserstrahlen zur Kompression und Erhitzung von Brennstoffkapseln verwendet. In den Kapseln steigen Temperatur und Druck dabei so stark an, dass Atomkerne fusionieren, was eine große Menge an Energie freisetzt. »Wenn die gewonnene Energiemenge größer ist als die aufgewandte, kann Laserträgheitsfusion eine wertvolle Quelle für eine saubere Energieversorgung der Zukunft sein. Damit dies gelingen kann, müssen aber unter anderem die eingesetzten Lasertechnologien für die extremen Herausforderungen weiterentwickelt werden«, sagt Dr.-Ing. Christian Rieck von der Glatt Ingenieurtechnik GmbH in Weimar. Er koordiniert das bis 2027 angesetzte Verbundprojekt, das im Förderprogramm »Basistechnologien für die Fusion – auf dem Weg zu einem Fusionskraftwerk« vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) mit sechs Millionen Euro gefördert wird.

### **Neuartige Entspiegelungsschichten und -strukturen sollen Laserstrahlführung optimieren**

Die Laserstrahlen müssen extrem präzise ausgerichtet sein, um die Brennstoffkapsel gleichmäßig zu treffen und eine symmetrische Kompression zu gewährleisten. Ihr Weg wird dabei durch verschiedene Materialien und Atmosphären gesteuert, die wie Linsen fungieren. Dies führt zu optischen Verlusten, die umso höher sind, je mehr Linsen eingesetzt werden. Auch beim Auftreffen des Laserstrahls auf die Brennstoffkapsel geht Energie verloren, weil deren Material einen Teil der Energie reflektiert. Nicht zuletzt sorgt die hohe Energie des Lasers für thermische Ausdehnung, die je nach Materialbeschaffenheit unterschiedlich stark ausfällt und für Risse oder andere

---

#### **Pressekontakt Fraunhofer IOF**

**Desiree Haak** | Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF | Telefon +49 3641 807 - 803 |  
Albert-Einstein-Straße 7 | 07745 Jena | [www.iof.fraunhofer.de](http://www.iof.fraunhofer.de) | [desiree.haak@iof.fraunhofer.de](mailto:desiree.haak@iof.fraunhofer.de)

Beschädigungen und somit für eine negative Beeinträchtigung von Präzision und Lebensdauer der Anlagen sorgen kann.

Die Projektpartner nehmen deshalb die Entspiegelungsschichten in den Blick, die eingesetzt werden, um Reflexionsverluste zu reduzieren. Als Beispiel: Beim Auftreffen eines Lasers auf Quarzglas liegen die Reflexionsverluste bei etwa 4 Prozent pro Grenzfläche. Wird der Strahl 50-mal von einer Quarzglas-Linse gelenkt, passieren nur noch 1,7 Prozent der Ausgangsleistung die letzte Grenzfläche. Deshalb werden Linsen bereits heute mit extrem dünnen, mehrlagigen Antireflexschichten versehen, die Verluste wirkungsvoll reduzieren.

»Für den Einsatz in zukünftigen Petawatt-Laserfusionsreaktoren scheinen diese Lösungen allerdings kaum geeignet. Denn durch die deutlich höhere Laserleistung steigt die thermische Belastung: Wenn sich Substrat und die Antireflexschichten unterschiedlich stark ausdehnen, drohen Defekte«, sagt Dr. Nadja Felde aus der Abteilung »Funktionelle Oberflächen und Schichten« am Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF in Jena. Zusätzlich können schwer zu erkennende oberflächennahe Schädigungen (Subsurface Damage, SSD), die etwa im Herstellungsprozess entstehen und bei geringeren Laserleistungen weniger ins Gewicht fallen, bei Anwendungen für die Laserfusion kritisch werden – zumal im Dauerbetrieb bei Repetitionsraten von ca. 10 Hz.

### **Kombination aus Antireflex-Beschichtung und nanostrukturierten Materialien**

Um hier tragfähigen Lösungen den Weg zu bereiten, setzen die Projektpartner zum einen auf nanostrukturierte bzw. -poröse Entspiegelungsschichten basierend auf Materialien mit hoher Bandlücke, wodurch die erforderliche Laser-Bestrahlungsfestigkeit sichergestellt werden soll. Zum anderen erproben sie einen subtraktiven Ansatz: Statt auf eine Kombination aus einem Substrat-Material und mehreren Materialschichten, die zur Entspiegelung darauf aufgebracht werden, setzen sie auf Linsen aus einem einzigen Material, das durch eine passende Nanostrukturierung seiner Oberfläche die gewünschten Anti-Reflex-Eigenschaften erhalten soll. Am Beispiel von zwei Materialien mit großer Bandlücke (Quarzglas und Calciumfluorid) sollen für verschiedene Wellen- und Pulslängen entsprechende Demonstratoren mit großen Flächen entwickelt werden.

»Wir wollen nachweisen, dass der Ansatz mit einer strukturellen Entspiegelung gezielt für Höchstleistungslaseranwendungen wie die Laserträgheitsfusion optimiert werden kann und dabei möglichst gute Entspiegelungswirkungen unterhalb von 0,5 Prozent Restreflexion erreichen. Die Technologie bietet auch weitere Verwertungschancen im Bereich von Hochleistungsoptiken«, sagt Prof. Dr. Thomas Höche, Leiter des Geschäftsfelds »Optische Materialien und Technologien« am Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen in Halle (Saale).

---

**PRESSEINFORMATION**

04. Dezember 2024 || Seite 2 | 5

---

### **Partner aus Industrie und Forschung im Projekt »nanoAR«**

Die Projektpartner bündeln im Projekt »nanoAR« ihre Expertise von Herstellungs- und Bearbeitungsverfahren zur wirksamen Reduzierung von SSD über technologieoffene Prozessentwicklung zur Nanostrukturierung, auch unter Einsatz von Simulationen und Modellierung, bis hin zur höchstauflösenden Materialcharakterisierung und Entwicklung neuer Methoden für die Qualitätssicherung.

Beteiligt am Projekt »Entspiegelnde Metaoberflächen auf Materialien mit großer Bandlücke (nanoAR)« sind die Glatt Ingenieurtechnik GmbH (Weimar), die POG Präzisionsoptik Gera GmbH (Löbichau), die FLP Microfinishing GmbH (Zörsbig), die Trionplas Technologies GmbH (Leipzig), das Fraunhofer IOF (Jena), das Fraunhofer IMWS (Halle/Saale), das Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM (Freiburg), das Leibniz-Institut für Oberflächenmodifizierung IOM (Leipzig) und die Ernst-Abbe Hochschule (Jena).

---

**PRESSEINFORMATION**

04. Dezember 2024 || Seite 3 | 5

---

## Über das Fraunhofer IOF

Das Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF in Jena betreibt anwendungsorientierte Forschung auf dem Gebiet der Photonik und entwickelt innovative optische Systeme zur Kontrolle von Licht – von der Erzeugung und Manipulation bis hin zu dessen Anwendung. Das Leistungsangebot des Instituts umfasst die gesamte photonische Prozesskette vom opto-mechanischen und opto-elektronischen Systemdesign bis zur Herstellung von kundenspezifischen Lösungen und Prototypen. Am Fraunhofer IOF erarbeiten rund 500 Mitarbeitende das jährliche Forschungsvolumen von 40 Millionen Euro.

Weitere Informationen über das Fraunhofer IOF finden Sie unter:

[www.iof.fraunhofer.de](http://www.iof.fraunhofer.de)

## Über das Fraunhofer IMWS

Das Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS in Halle (Saale) bietet mikrostrukturbasierte Diagnostik und Technologieentwicklung für innovative Werkstoffe, Bauteile und Systeme. Aufbauend auf den Kernkompetenzen in leistungsfähiger Mikrostrukturanalytik und im mikrostrukturbasierten Materialdesign erforscht das Institut Fragen der Funktionalität und des Einsatzverhaltens sowie der Zuverlässigkeit, Sicherheit und Lebensdauer von Werkstoffen, die in unterschiedlichen Markt- und Geschäftsfeldern mit hoher Bedeutung für die gesellschaftliche und wirtschaftliche Entwicklung zur Anwendung kommen. Für seine Partner in der Industrie und für öffentliche Auftraggeber verfolgt das Fraunhofer IMWS das Ziel, zur beschleunigten Entwicklung neuer Werkstoffe beizutragen, Materialeffizienz und Wirtschaftlichkeit zu steigern sowie Ressourcen zu schonen. Damit leistet das Institut einen Beitrag zur Sicherung der Innovationsfähigkeit wichtiger Zukunftsfelder sowie zur Nachhaltigkeit als zentraler Herausforderung des 21. Jahrhunderts.

Weitere Informationen über das Fraunhofer IMWS finden Sie unter:

[www.imws.fraunhofer.de](http://www.imws.fraunhofer.de)

## Über das Fraunhofer IWM

Das Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM erbringt für Unternehmen Forschungs- und Entwicklungsleistungen zur Verbesserung und Sicherstellung der Funktion, Energieeffizienz, Sicherheit und Langlebigkeit technischer Bauteile und Systeme. Das Institut unterstützt Industrie- und Dienstleistungsunternehmen bei der Bewältigung werkstofftechnologischer Herausforderungen in allen Lebensphasen von Bauteilen und Systemen, indem es die Informations- und Wissensbasis dafür schafft, das Expert\*innen aus Entwicklung, Produktion und Betrieb Werkstoffe mit ihrem Verhalten und ihren Eigenschaften wie einstellbare, kontrollierbare und auch programmierbare Systeme nutzen können.

-----  
**PRESSEINFORMATION**

04. Dezember 2024 || Seite 4 | 5  
-----

Weitere Informationen über das Fraunhofer IMWS finden Sie unter:  
[www.iwm.fraunhofer.de](http://www.iwm.fraunhofer.de)

-----  
**PRESSEINFORMATION**

04. Dezember 2024 || Seite 5 | 5  
-----

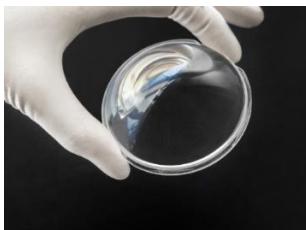
### Wissenschaftlicher Kontakt am Fraunhofer IOF

Dr. Astrid Bingel  
Fraunhofer IOF  
Abteilung Funktionale Oberflächen und Schichten  
Telefon: +49 (0) 3641807 - 279  
Mail: [astrid.bingel@iof.fraunhofer.de](mailto:astrid.bingel@iof.fraunhofer.de)

### Pressebilder

Folgendes Bildmaterial finden Sie im Pressebereich des Fraunhofer IOF unter  
<https://www.iof.fraunhofer.de/de/presse-medien/pressemitteilungen.html> zum  
Download. (Siehe Downloadbereich der jeweiligen Pressemeldung)

*Hinweis: Die Abbildungen dürfen für redaktionelle Zwecke zur Berichterstattung über dieses Thema honorarfrei genutzt werden. Die Verwendung zu anderen Zwecken ist nur nach vorheriger Zustimmung des Fraunhofer IMWS bzw. Fraunhofer IOF zulässig.*

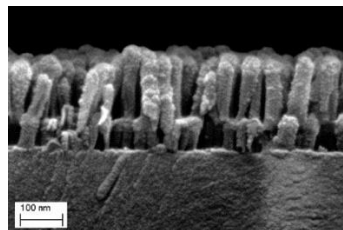


Eine beispielhafte teilentspiegelte optische Komponente. © Fraunhofer IOF



Mit höchstauflösenden Geräten lassen sich kleine Schädigungen an Oberflächen erkennen.

© Fraunhofer IMWS



Rasterelektronenaufnahme einer Nanostruktur. © Fraunhofer IOF

---

Die **Fraunhofer-Gesellschaft** mit Sitz in Deutschland ist eine der führenden Organisationen für anwendungsorientierte Forschung. Im Innovationsprozess spielt sie eine zentrale Rolle – mit Forschungsschwerpunkten in zukunftsrelevanten Schlüsseltechnologien und dem Transfer von Forschungsergebnissen in die Industrie zur Stärkung unseres Wirtschaftsstandorts und zum Wohle unserer Gesellschaft. Die 1949 gegründete Organisation betreibt in Deutschland derzeit 76 Institute und Forschungseinrichtungen. Die gegenwärtig knapp 32 000 Mitarbeitenden, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Finanzvolumen von 3,4 Mrd. €. Davon fallen 3,0 Mrd. € auf den Bereich Vertragsforschung, der sich in drei Finanzierungssäulen gliedert: Einen Anteil davon erwirtschaftet Fraunhofer mit Aufträgen aus der Industrie und aus Lizenzträgen, die sich auf insgesamt 836 Mio. € belaufen. Der hohe Anteil an Wirtschaftserträgen ist das Fraunhofer-Alleinstellungsmerkmal in der deutschen Forschungslandschaft. Ein weiterer Teil aus dem Bereich Vertragsforschung stammt aus öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Bund und Länder komplettieren die Vertragsforschung durch die Grundfinanzierung. Damit ermöglichen die Zuwendungsgeber, dass die Institute schon heute Problemlösungen entwickeln können, die in einigen Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft relevant werden.