

## Projekt

### **Entwicklung von Faraday-Rotatoren mit stark verbesserten Eigenschaften auf der Grundlage von Kalium-Terbium-Fluorid (KTb3F10) und anderen innovativen Materialien (IsoNova)**

Koordinator:

Dr. Daniel Rytz  
Forschungsinstitut für mineralische und metallische Werkstoffe,  
Edelsteine/Edelmetalle GmbH  
Struthstr. 2, 55743 Idar-Oberstein  
Tel.:+ 49 6781 21191  
E-Mail: rytz@fee-io.de

Projektvolumen:

ca. 2,2 Mio. € (Förderquote 58,5%)

Projektlaufzeit:

01.09.2017 – 31.08.2020

Projektpartner:

- Forschungsinstitut für mineralische und metallische Werkstoffe, Edelsteine/Edelmetalle GmbH, Idar-Oberstein
- Leibniz-Institut für Kristallzüchtung im Forschungsverbund Berlin e.V. (IKZ), Berlin
- TRUMPF Laser GmbH, Schramberg
- TOPTICA Photonics AG, Gräfelfing
- Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V., Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik (IPM), Freiburg im Breisgau

## **Photonik nach Maß – Materialien und Komponenten passend zur Anwendung!**

Optische Komponenten bestimmen wesentlich die Funktion einer Vielzahl von technischen Systemen des Alltags. Vom Automobil über das Notebook bis hin zu Industrieanlagen und Unterhaltungselektronik sind optische Bauteile – sowohl in großen Stückzahlen hergestellte als auch aufwändige, ultrapräzise Spezialkomponenten – ein unverzichtbarer Bestandteil unserer modernen Welt. Für Wachstumsmärkte wie die Medizintechnik, die Umweltanalytik oder das autonome Fahren liefern sie wesentliche technische Grundlagen.

Die Befähigung, optische Komponenten auf Grundlage elementarer physikalischer Prinzipien der Wechselwirkung zwischen Licht und Materie zu verstehen und zu simulieren, eröffnet aktuell die Möglichkeit, völlig neue optische Funktionselemente zu konzipieren.

Die langfristige Zielsetzung liegt darin, das Licht maßgeschneidert auf nahezu jede erdenkliche Art formen und lenken zu können. Gleichzeitig sollten die Optikkomponenten einen minimalen Bauraum einnehmen und zu möglichst geringen Kosten produzierbar sein. Letztlich gilt es, Komponenten und Bauelemente in einem ganzheitlichen Design zusammenzuführen.



Bild 1: Laserbasierte Erzeugung von Mikrostrukturen mit Hilfe einer 5-Achs-Handhabungseinrichtung  
(Quelle: Bayerisches Laserzentrum Erlangen)

Die Bekanntmachung „Photonik nach Maß – Funktionalisierte Materialien und Komponenten für optische Systeme der nächsten Generation“ verfolgt das Ziel, diese Entwicklung zu unterstützen und Unternehmen in Deutschland dazu zubefähigen, die vorhandenen hervorragenden Kompetenzen zu einer anhaltenden, weltweiten Marktführerschaft auszubauen.

## Neue Materialien für Faraday-Isolatoren als Schlüsselkomponenten für neue Hochleistungslaser und kompakte Diodenlasersysteme

Ziel des Vorhabens ist die Entwicklung von Faraday-Rotatoren und -Isolatoren auf Basis neuer, innovativer Materialien.

Faraday-Isolatoren gehören zu den Schlüsselbausteinen auf dem Weg von den einzelnen Laserkomponenten zum Gesamt-Lasersystem. Das gilt vor allem in den aktuell schnell wachsenden Bereichen der leistungsstarken Ultrakurz-puls-Scheibenlaser, der Faserlaser und der zu miniaturisierenden Diodenlaser-Oszillator-Verstärker-Systeme für quanten-sensorische Anwendungen. Insbesondere im Bereich der 1- $\mu\text{m}$ -Hochleistungslaser ist Terbium-Gallium-Granat ( $\text{Tb}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}$ , TGG) aktuell das dominierende Material. Bereits mit den Leistungsparametern der aktuellen Laser werden jedoch die Einsatzgrenzen für TGG erreicht.

## Von der Kristallzüchtung bis zum Langzeit-Belastungstest: IsoNova umfasst die gesamte Wertschöpfungskette auf dem Weg zu neuen Hochleistungs-Faraday-Isolatoren

Eine qualitative Verbesserung und damit ein deutlicher Entwicklungsschub bei der Leistungsskalierung bzw. bei der Miniaturisierung der Lasersysteme sind daher nur von neuen Materialien zu erwarten. Ein vielversprechender Ansatz wurde 2016 mit der erstmaligen Vorstellung des Isolatormaterials Kalium-Terbium-Fluorid ( $\text{KTb}_3\text{F}_{10}$ , KTF) aufgezeigt. Neben KTF sollen im Projekt noch weitere Materialien untersucht werden, bei denen Grundlagenarbeiten eine besondere Eignung für Isolatoren erwarten lassen. Dazu gehören Praseodym-basierte Granate sowie, speziell für den sichtbaren Spektralbereich, Cadmium-Mangan-Tellurid ( $\text{CdMnTe}$ ).

Die Konsortialpartner IKZ, FEE, Fraunhofer IPM, TRUMPF und TOPTICA decken die gesamte Wertschöpfungskette von der Entwicklung der Kristallzucht bis zur Evaluierung kompletter Isolatoren im Laser-Dauertest ab. Dabei werden regelmäßig Iterationszyklen vom Kristall über den Aufbau der Isolatoren bis zur Validierung im entsprechenden Lasersystem durchlaufen. Parallel zur Technologieentwicklung sollen analytische Untersuchungen das Materialverständnis deutlich verbessern.

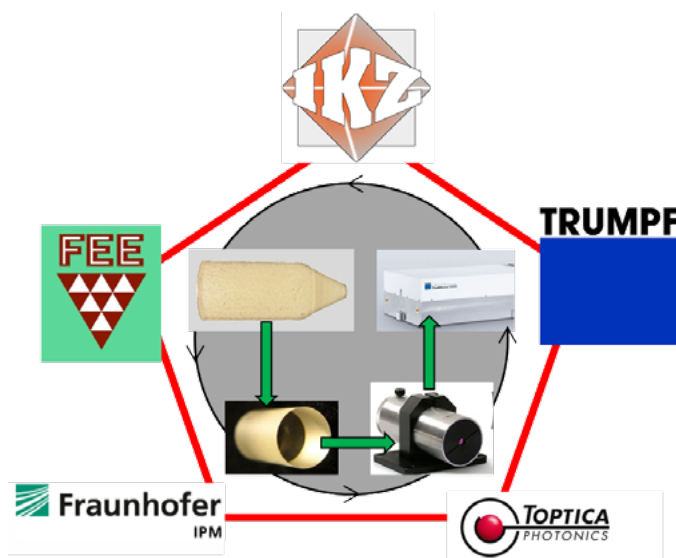


Bild 2: IsoNova – Forschungskoooperation vom Kristall zum fertigen Bauelement. (Quelle: Konsortium „IsoNova“ unter Verwendung von Material der Partner)

Durch die Wahl geeigneter Materialien und die Züchtung qualitativ hochwertiger Kristalle soll bei wesentlichen Kenngrößen (lineare und nichtlineare Absorption, Stärke der thermischen und Kerr-Linse) gegenüber den bisher kommerziell verwendeten Materialien eine Verbesserung um eine Größenordnung in Bezug auf Leistungsfestigkeit, Absorption oder Bauvolumen erreicht werden.

Die erfolgreiche Projektdurchführung wird eine Verwertung durch die Industriepartner auf verschiedenen Stufen erlauben: FEE stärkt seine Rolle als führender Hersteller von Kristallen für optische Isolatoren. Neuartige Isolatoren erlauben es TOPTICA, eine neue Generation von Lasersystemen für die Überführung quantenoptischer Anwendungen aus dem Labor in ein industrielles Umfeld zu entwickeln, wie es auch in den „Quantum Technologies“-Initiativen der EU (Quantum Manifesto) und des BMBF (QTEGA) vorgesehen ist. Für TRUMPF werden Isolatoren auf der Basis der Hochleistungsmaterialien bei der weiteren Leistungsskalierung der UKP-Laser wirksam werden.