

Projekt

Erweiterter Emissionsbereich kontinuierlichemittierender Laserquellen durch Diamant-Raman-Verstärkung (DiaRaman)

Koordinator:

Dr. Martin Enderlein
TOPTICA Photonics AG
Lochhamer Schlag 19
82166 Gräfelfing
Tel.: 089 / 85837-193
martin.enderlein@toptica.com

Projektvolumen:

2,7 Mio. € (Förderquote 56,2%)

Projektlaufzeit:

01.06.2016 - 31.05.2019

Projektpartner:

- TOPTICA Photonics AG, Gräfelfing
- LISA laser products OHG, Katlenburg-Lindau
- HEGLA GmbH & Co. KG, Beverungen
- LAYERTEC GmbH, Mellingen
- Fraunhofer IOF, Jena

Effiziente Laser für einen breiten Markt

Die Photonik liefert substantielle Beiträge zur Lösung wichtiger Zukunftsaufgaben, von der digitalen Wirtschaft und Gesellschaft über nachhaltiges Wirtschaften und Energie bis hin zum gesunden Leben. Ein Schwerpunkt der Photonik ist die Lasertechnik. Sie ist heute unverzichtbarer Bestandteil vieler Kernbranchen der deutschen Wirtschaft, von der Produktionstechnik über den Automobilbau, die Medizintechnik, die Mess- und Umwelttechnik bis hin zur Informations- und Kommunikationstechnik.

Um Deutschlands technologische und wirtschaftliche Führungsposition in der Photonik auch langfristig zu sichern und weiter auszubauen, müssen Strahlquellen, Optiken und Materialien mit den Anforderungen der Anwender Schritt halten. Dazu sind Innovationen sowohl hinsichtlich der Kosten- und Energieeffizienz als auch der Leistungsfähigkeit von Lasersystemen erforderlich. Gleichzeitig eröffnen neue Entwicklungen beispielsweise im Bereich von Lasersystemen, die grünes oder blaues bis ultraviolettes Licht emittieren, grundlegend neue Möglichkeiten, die es durch geeignete Forschungsarbeiten zu erschließen gilt.

Wesentliche Ziele der Fördermaßnahme „Effiziente Hochleistungs-Laserstrahlquellen (EffiLAS)“ sind daher eine Steigerung von Effizienz, Ausgangsleistung, Pulsenergie, Brillanz und Zuverlässigkeit, eine Reduktion von Kosten und Systemkomplexität sowie die Erschließung neuer Wellenlängenbereiche, die für Anwendungen in der Produktion, der Messtechnik oder den Umwelt- und Lebenswissenschaften relevant sind.



Bild 1: Mechanisch stabiler, optisch parametrischer Oszillator. (Quelle Fraunhofer ILT)

Leistungsskalierbare Laserquellen in NIR und MIR durch Raman-Verstärkung in Diamant

Für viele potenzielle Anwendungen der Lasertechnik sind prozessoptimierte Wellenlängen von Interesse, beispielsweise um die Zeit- oder Ressourceneffizienz zu erhöhen. Häufig fehlt es jedoch an aktiven Materialien zur Verstärkung auf ausreichende Leistung im relevanten Spektralbereich. Das Projekt DiaRaman adressiert diese Problematik, indem das Konsortium die Verwendung von Raman-Verstärkung zur Erschließung neuer Wellenlängenbereiche im Hochleistungssektor vorantreibt. Aufgrund der thermo-optischen Limitierungen üblicher Raman-Laser wird dafür mit dem Einsatz von Diamant als neuartigem Verstärkungsmedium ein hochgradig leistungsskalierbarer Ansatz verwendet. Durch seine exzellenten thermischen Eigenschaften (Wärmeleitfähigkeit fünfmal besser als Kupfer, fast zweitausendfach so groß wie die von Glas), seine breitbandige Transparenz sowie seine hohe Raman-Verschiebung und -Verstärkung eignet er sich insbesondere zur Verstärkung im mittleren Infrarot, ist aber auch bei kleineren Wellenlängen und generell im Hochleistungsbereich hervorragend verwendbar. Die Verwendung hochbrillanter Faserlaser als Pumpquellen erlaubt einerseits kleine Foki und damit hohe Raman-Verstärkung, andererseits erhöhte räumliche und auch spektrale Flexibilität in der Ausführung des Gesamtsystems. Primär sollen Faserlaser auf Ytterbium- und Thuliumbasis als Pumpquellen verwendet und damit Wellenlängenbereiche adressiert werden, die für die beteiligten Industriepartner von konkretem Interesse sind. So ist die diamantbasierte Verstärkung bei 1178 nm mit anschließender Frequenzverdopplung zum Erreichen neuer Leistungsrekorde auf der Frequenz der Natrium-D-Linie Teil des Projekts, die speziell in der Astronomie für sogenannte Laserleitsterne (Laser Guide Star) Verwendung findet. Diese werden nicht nur zur Verbesserung erdgebundener Teleskope in der Astronomie sondern auch zur Überwachung von Weltraummüll eingesetzt. Im mittleren Infrarot soll zunächst eine faserbasierte Pumpquelle oberhalb von 2,2 μm Wellenlänge durch Raman-Verschiebung eines Thulium-Faserlasers realisiert werden. Mit dieser wird durch weitergehende Frequenzkonversion im Diamant-Raman-Laser die Erzeugung maximaler Leistung um 3 μm Wellenlänge für (mikro-)chirurgische Anwendungen angestrebt. Ferner kann die Pumpquelle auch direkt für die Materialbearbeitung von Kunststoff, speziell von Polyvinylbutyral (PVB) in Verbundsicherheitsglas, verwendet werden. Diese Anwendung wird untersucht, um neue Maßstäbe in der Präzision von Freiform-Glaszuschnitten zu setzen, indem PVB-Schichten durch umgebendes Glas hindurch laserbearbeitet wird.

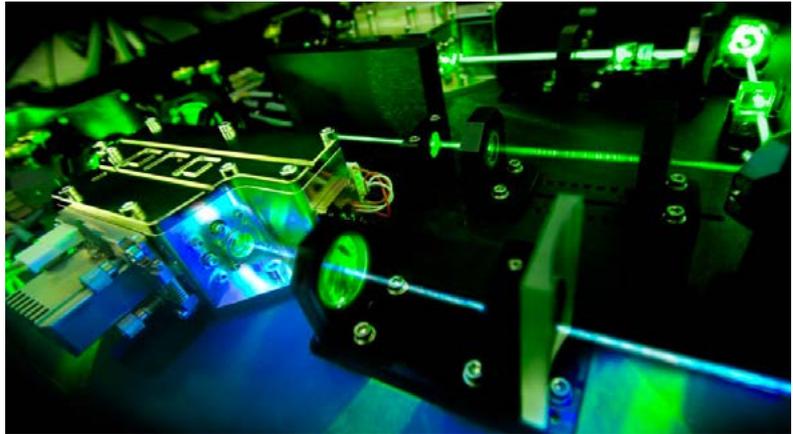


Bild 2: Effiziente Frequenzkonversion in einem optischen Resonator (Quelle: TOPTICA Photonics AG)

Unter der Leitung von TOPTICA wird das Projekt von LISA Laser Products, dem Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik (IOF), HEGLA und LAYERTEC durchgeführt. Dieses Konsortium bringt sowohl die zur Erforschung der Laserquellen notwendige Erfahrung in der Entwicklung schmalbandiger Diodenlaser und Faserverstärker als auch umfassende Kenntnisse in nichtlinearer Frequenzkonversion sowie Schichtsystemdesign geringer Absorption mit und stützt sich ferner auf fundierte Kenntnisse von Markt und Anwenderbedürfnissen. Es deckt die gesamte Wertschöpfungskette vom Faser- und Komponentendesign (IOF, LAYERTEC) über die Laserentwicklung (LISA, TOPTICA, IOF) bis zur Systemintegration (TOPTICA, HEGLA) ab. Die assoziierten Partner, die Europäische Südsternwarte (ESO) und die Neurochirurgische Klinik der Universitätsmedizin Göttingen unterstützen das Projekt als potenzielle Anwender der Laserdemonstratoren durch die Erstellung von Anforderungsprofilen und Einsatzerprobungen.