

<b>Projekt:</b>	<b>Scaling Ultrafast Laser Productive Precision Processing Technology (SCULPT)</b>
Koordinator:	Dr. Dirk Sutter TRUMPF Laser GmbH Aichhalder Straße 39 78713 Schramberg Telefon: (07422) 515-366 dirk.sutter@de.trumpf.com
Projektvolumen:	7,1 Mio. € (Förderquote 50,5%)
Projektlaufzeit:	01.02.2016 – 31.01.2019
Projektpartner:	➔ TRUMPF Laser GmbH, Schramberg ➔ Robert BOSCH GmbH, Stuttgart ➔ SCHOTT AG, Mainz ➔ Institut für Angewandte Physik der Friedrich-Schiller-Universität Jena ➔ Institut für Strahlwerkzeuge der Universität Stuttgart

### **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)

## Produktivitätsvervielfachung in der Präzisionsbearbeitung

Aufgrund ihrer extremen Spitzenleistung bei Impulsdauern von rund einer Billionstelsekunde eignen sich Ultrakurzpuls- (UKP-) Laser für die Präzisionsbearbeitung nahezu aller Materialien. Das Ziel des Verbundprojektes SCULPT ist die Entwicklung eines innovativen Hochleistungs-Lasersystems, welches hochpräzise UKP-Materialbearbeitung bei gegenüber dem Stand der Technik drastisch gesteigertem Durchsatz erlaubt. Die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten sollen an kommerziell relevanten Beispielen demonstriert werden: der Bearbeitung von Glas sowie von Metallen. Der Nutzen des Projektes liegt in einem neuartigen, äußerst effizienten Hochleistungs-UKP-Laserwerkzeug, welches eine sehr deutliche Senkung der Bearbeitungskosten pro Bauteil verspricht, dadurch neue, Ressourcen schonende Anwendungen wirtschaftlich macht und somit qualifizierte Arbeitsplätze in Deutschland schafft.



Bild 2: Die von verspiegelten Umlenkprismen umgebene und nur 1/10 mm dünne YAG-Scheibe erzeugt Multi-kW-Laserleistung. (Bild: TRUMPF)

## Innovativer, effizienter Hochleistungs-Ultrakurzpuls-Laser

UKP-Strahlquellen werden längst nicht mehr nur in der Forschung sondern seit Jahren auch in der industriellen Massenfertigung eingesetzt, zum Beispiel für die Präzisionsbohrung von Ventilen sparsamer Benzin-Direkteinspritzmotoren bei Bosch oder aber auch bei der Präzisionsbearbeitung eigentlich transparenter Materialien (vgl. die sog. Femto-LASIK-Prozeduren bei der refraktiven Augenchirurgie). In Großserie werden so z.B. Displaygläser sowie bruch- und kratzfeste Abdeckungen von Abermillionen Smartphones geschnitten. ScULP<sup>3</sup>T verfolgt nun insbesondere eine weitere Verbesserung der Kosteneffizienz mittels sehr signifikanter Skalierung der Ausgangsleistung industrietauglicher UKP-Laser. Diese Laserleistungssteigerung soll mindestens proportional auf den Bearbeitungsdurchsatz übertragen werden, indem modular auf die Anwendung angepasste Bearbeitungsmodule realisiert werden mit geeigneter, auch neuartiger, faserbasierter Strahlführung, prozessangepasster Strahlformung und spezifischer Synchronisation zwischen Laser und Ablenkensystem.

Im industriellen Hochleistungs-Dauerstrich(CW-)Betrieb sind Scheibenlaser von TRUMPF seit Jahren bei Leistungen von vielen Kilowatt für Schneid- und Schweißanwendungen etabliert. Die Scheibenform des Laserkristalls erlaubt einerseits die sehr kosteneffiziente Energiezufuhr mittels günstiger, zuverlässiger Laserdioden und zugleich die effiziente flächige Kühlung des laseraktiven Kristallvolumens. Zudem lassen sich mit Scheibenlasern auch höchste Energien und Spitzenleistungen im Impulsbetrieb erzeugen, da aufgrund großer Strahldurchmesser die Intensität des Lasers im aktiven Medium unproblematisch bleibt – und das bei ausgezeichneter Strahlqualität, d.h. optimaler Fokussierbarkeit. Der Laborrekord für die weltweit höchste mittlere Leistung eines UKP-Lasers (→ Optics Express **23**, 21064ff) sowie erste darauf basierende Anwendungsergebnisse vom IFSW der Universität Stuttgart zeigen das Potenzial, welches die Hochleistungs-Scheibenlasertechnologie zur Multipass-Verstärkung ultrakurzer Laserpulse bietet, nämlich mehr als eine Verzehnfachung der Laserleistung und damit des Durchsatzes entsprechender Bearbeitungsprozeduren.

Die erreichbare Produktivitätssteigerung gegenüber bisherigen Möglichkeiten soll in drei repräsentativen Schlüsselanwendungen nachgewiesen werden: Dem Trennen und Abtragen transparenter Materialien (insbes. Gläser) sowie dem Abtragen bei niedriger optischer Eindringtiefe (speziell die Metallbearbeitung). In ihrer Kombination decken die Industriepartner TRUMPF, SCHOTT und BOSCH gemeinsam mit den Instituten IAP der Uni Jena und IFSW der Uni Stuttgart die notwendige Expertise von Grundlagenforschung über die Strahlquellen-Industrialisierung bis hin zum kommerziellen Bearbeitungsprozess ab, was im Erfolgsfall eine baldige kommerzielle Verwertung der Ergebnisse verspricht. Der Nutzen der angepeilten Laserquelle liegt schließlich in den Produkten, welche durch das neue, vielseitige, elegante, präzise und effektive Werkzeug erst möglich werden und welche neue Horizonte eröffnen.