

<b>Projekt:</b>	<b>Konzepte für Ultrakurzgepulste Strahlquellenkonzepte der Nächsten Generation - Next Generation of Ultrafast Sources (NEXUS)</b>
<b>Koordinator:</b>	Prof. Dr. Jens Limpert Institut für Angewandte Physik, Friedrich-Schiller-Universität Jena Albert-Einstein-Str. 15 07745 Jena Tel.: 03641 / 947 811 e-Mail: Jens.Limpert@uni-jena.de
<b>Projektvolumen:</b>	2,1 Mio. € (100% Förderanteil durch das BMBF)
<b>Projektlaufzeit:</b>	01.04.2012 bis 30.09.2015
<b>Projektpartner:</b>	➔ Friedrich-Schiller-Universität Jena ➔ Leibniz Universität Hannover ➔ Ludwig-Maximilians-Universität München ➔ Laser Zentrum Hannover e. V.

### **Ultrakurz und hochpräzise – die neue Dimension der Lasermaterialbearbeitung**

Ultrakurze Laserpulse mit Dauern von einigen Femtosekunden ( $1 \text{ fs} = 10^{-15} \text{ s}$ ) bis hin zu wenigen Pikosekunden ( $1 \text{ ps} = 10^{-12} \text{ s}$ ) erlauben völlig neue Bearbeitungsverfahren, die mit konventionellen Werkzeugen so nicht möglich sind. Im medizinischen Bereich eröffnen sie gänzlich neue Therapiemöglichkeiten, beispielsweise durch hochpräzise und schädigungsarme Schnitte im Auge. Wesentliches Merkmal dieser Laserblitze sind extrem hohe Spitzenintensitäten, die auf Grund der starken zeitlichen Kompression bereits mit sehr geringen Pulsenergien erreicht werden können. Dies ermöglicht einen hochpräzisen Materialabtrag ebenso wie die Bearbeitung temperatursensibler Materialien ohne thermische Schädigung.

In der Photovoltaikfertigung führt diese hochpräzise Bearbeitung zu effizienteren Solarzellen, bei Herstellung von LEDs oder Computerchips steigt die Ausbeute pro Wafer, bei einem der weltweit häufigsten chirurgischen Eingriffe, der Therapie des grauen Stars, werden wesentlich effizientere und kostengünstigere Verfahren möglich. Neue Therapiemöglichkeiten der Altersweitsichtigkeit machen der Lesebrille ernsthafte Konkurrenz.

Die führende Rolle deutscher Unternehmen auf diesem Gebiet soll genutzt werden, um die für die vollständige Erschließung des Potenzials ultrakurzer Laserpulse wichtigen nächsten Schritte einzuleiten. Dazu gehören neben innovativen kostengünstigen und leistungsfähigen Strahlquellenkonzepten vor allem auch leistungsfeste, langlebige Komponenten und eine hochdynamische Strahlführung und –formung. Den Herausforderungen des Wettbewerbs stellen sich die Partner der Förderinitiative „Ultrakurzpulslaser für die hochpräzise Bearbeitung“, für die das BMBF in zehn Verbundprojekten etwa 20 Millionen Euro bereitstellt.

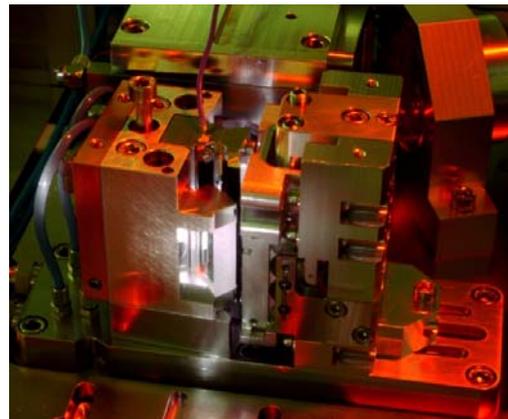


Bild 1: Im Labor konnten bereits Ultrakurzpuls-Laser mit Ausgangsleistungen im kW-Bereich demonstriert werden. (Quelle: Fraunhofer ILT)

## Ultrakurz und hochenergetisch – Zukunftsmarkt für Deutschland

Je kürzer ein Laserpuls desto weniger Zeit bleibt der Energie sich im bearbeiteten Material auszudehnen und es zu erwärmen. Laserpulse bei gleicher Gesamtenergie zeitlich zu verkürzen bringt also einen hohen Gewinn für Präzision und geringeren Wärmeeintrag bei der Bearbeitung von Werkstoffen.

Ultrakurzpuls-Strahlquellen sind heutzutage in ihrem Aufbau immer noch sehr komplex, die Pulse werden in der Regel durch Kopplung verschiedener Laserformen erzeugt. Sie werden deshalb oft mit dem Prädikat „nicht industrietauglich“ und „zu teuer“ versehen.

Große Herausforderungen bei immer kürzeren Lichtpulsen sind zum einen, hohe Energien zu gewinnen, da mit der zeitlichen Verkürzung die Spitzenleistung stark ansteigt. Hier kommen Lasermaterialien schnell an ihre Grenzen. Auch die Kombination mehrerer Pulse wird deutlich schwieriger da sie sehr exakt synchronisiert werden müssen.

Die Lösungsansätze müssen dabei nicht nur effektiv, sondern auch einfach und kostengünstig bleiben um Anwendbarkeit in der Industrie sicherzustellen.

Während sich für Pulsdauern von vielen Pikosekunden und für kontinuierliche Strahlquellen bereits starke Firmen etabliert haben, haben sich im Zeitbereich unterhalb von Pikosekunden aus diesem Grund erst wenige in Deutschland ansässige Firmen auf bisher sehr spezifische Märkte konzentriert.

## Neues Lasersystem verhilft Deutschland zu weiterem Ausbau seiner Spitzenposition

Da Quellen im Sub-Pikosekundenbereich ( $<10^{-12}$  s) in Zukunft jedoch eine wesentliche Rolle in der Anwendung spielen werden, haben sich im Forscherverbund NEXUS das Laser Zentrum Hannover, die Friedrich-Schiller-Universität Jena, die Leibniz Universität Hannover und die Ludwig-Maximilians-Universität München zusammengeschlossen um durch gemeinsame Grundlagenforschung auf diesem Gebiet ein Portfolio an Basispatenten für die Verwertung in Deutschland zu schaffen.

Ziel des Verbundes ist die Erhöhung der Pulsenergie einerseits durch den Einsatz mehrerer Kristalle bereits im Oszillator, andererseits durch das Zusammenführen mehrerer Laserpulse durch optische Fasern, welche einzeln den hohen Pulsenergien nicht standhalten würden. Eine große Herausforderung besteht in beiden Fällen in der entsprechenden Synchronisation.

Die Partner forschen zudem an der effizienten Frequenzkonversion, hier insbesondere der Erschließung des schwerer zugänglichen mittleren Infrarot. Für diesen Spektralbereich werden Wachstumsraten von jährlich 30 % prognostiziert. Ursache dafür ist die Vielzahl der unterschiedlichen Anwendungen, wie z.B. Materialbearbeitung, Medizintechnik, Messtechnik, Umwelttechnik, Schadstoffanalyse und Sensortechnik, welche eine starke Absorption im mittleren Infrarot zeigen.

Mit dem Forscherverbund NEXUS wird somit für effektive Ultra-Kurzpuls-Laser neues Grundlagen-Know-how geschaffen woraus deutsche Laserhersteller einen entscheidenden Vorteil im internationalen Wettbewerb gewinnen.

Dies stärkt nicht nur den Wissenschaftsstandort Deutschland sondern sichert und schafft auch neue Arbeitsplätze in der deutschen Photonik Industrie durch die anschließende industrielle Verwertung.

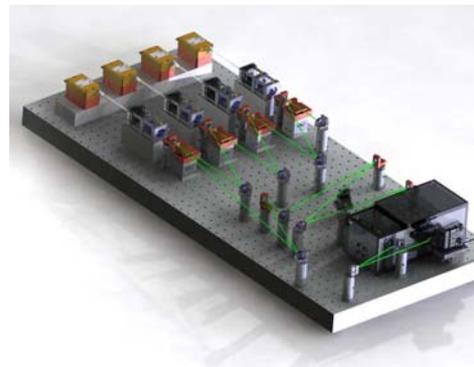


Bild 2: Schema eines geplanten Vier-Kristall-Oszillators mit cavity-dumping (Quelle: IQ – Universität Hannover)