



Projekt:	Mehrdimensionale Ultrakurzpulssynthese für Faserlaser der TW-Klasse (MEDUSA)
Koordinator:	Friedrich-Schiller-Universität Jena Institut für Angewandte Physik Prof. Dr. Jens Limpert Albert-Einstein-Str. 15 07745 Jena Tel.: +49 (0)3641 947811 Jens.Limpert@uni-jena.de
Projektvolumen:	0,256 Mio. € (100% Förderanteil durch das BMBF)
Projektlaufzeit:	01.07.2014 bis 31.12.2015
Projektpartner:	☞ entfällt, da Einzelvorhaben

Wissenschaftliche Vorprojekte – Erkenne die Anfänge: Wer frühzeitig innovative Ideen testet, ist später ganz vorn dabei!

Grundlage technologischer Innovationen sind der Entdecker- und Erfindergeist des Menschen. Die naturwissenschaftliche Grundlagenforschung erschließt der menschlichen Erkenntnis permanent vormals unbekannt und unverstandene Wirkungsweisen der Natur. Viele dieser naturwissenschaftlichen Erkenntnisse lassen sich für technische Zwecke nutzen. Mit der Förderinitiative „Wissenschaftliche Vorprojekte (WiVorPro)“ innerhalb des Förderprogramms Photonik Forschung Deutschland verfolgt das Bundesministerium für Bildung und Forschung das Ziel, diejenigen neuen Erkenntnisse aufzugreifen, die mittelfristig eine Verwertbarkeit für neue Technologien versprechen. Beispiele hierfür sind die Quantenoptik oder photonische Metamaterialien, die gerade beginnen, der reinen Grundlagenforschung zu entwachsen und Potenziale für konkrete Anwendungen aufzeigen.

Neue Ergebnisse der Grundlagenforschung sind hinsichtlich ihres späteren Marktpotenzials oft kaum zu beurteilen. Es besteht somit die Notwendigkeit, durch wissenschaftlich-technische Vorarbeiten eine Grundlage zu schaffen, die eine Bewertung ermöglicht, welches Potenzial in der neuen Erfindung bzw. der neuen wissenschaftlichen Erkenntnis tatsächlich steckt. Oft muss dabei schnell reagiert werden, denn je früher den interessierten Unternehmen die Bedeutung des neuen Themas plausibel gemacht werden kann, desto eher werden diese in das neue Thema investieren und versuchen ihre Marktchancen zu nutzen.

Wissenschaftliche Vorprojekte leisten somit einen wichtigen Beitrag zu einem schnellen Transfer neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse in innovative Produkte.

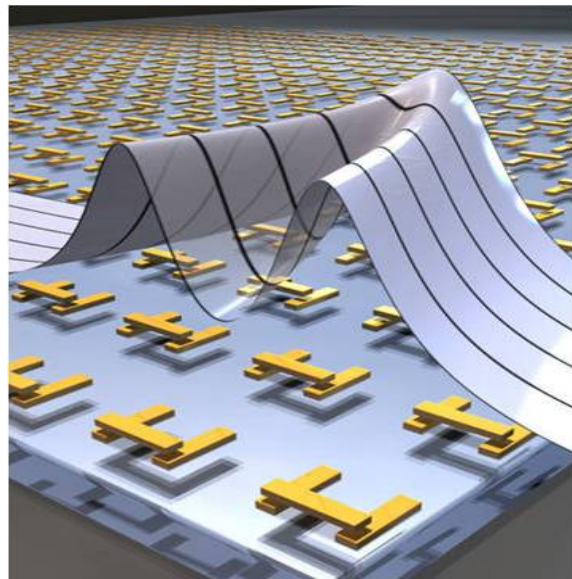


Bild 1: Photonische Metamaterialien (Quelle: Uni Stuttgart)

Mehrdimensionales Aufeinanderstapeln von Laserpulsen

Ultrakurzpulslaser sind Laser, die Licht nicht kontinuierlich, sondern in Form von extrem kurzen Lichtblitzen mit einer Dauer im Femtosekundenbereich ($1\text{fs} = 10^{-15}\text{s}$) aussenden. Da die Energie des Lasers auf diese kurzen Zeiträume konzentriert ist, treten enorme Leistungen auf, die es erlauben, verschiedenste Licht-Materie Wechselwirkungen zu erzeugen. So finden Ultrakurzpulslaser heute Anwendung in einer Vielzahl von sowohl wissenschaftlichen als auch industriellen Gebieten angefangen bei der Spektroskopie, über Mikro-Materialbearbeitung und Medizin bis hin zur Erzeugung von kohärenter Röntgenstrahlung und Teilchenbeschleunigung.

Allerdings verlangen viele dieser Anwendungen nach immer leistungsstärkeren Lasern. Es wird mehr Energie in kürzeren Pulsen benötigt (d.h. eine höhere Pulsspitzenleistung) bei gleichzeitig mehr Pulsen pro Zeitintervall (d.h. eine höhere Pulswiederholrate und damit Durchschnittsleistung). Die Laserphysik konnte in den letzten Jahrzehnten durch die Entwicklung und stetige Verbesserung von innovativen Festkörperlaser-Geometrien wie Scheibe, Slab oder Faser, mit diesen steigenden Anforderungen mithalten. Jedoch gelangt man heute an immer mehr verschiedene physikalische Grenzen, deren Umgehung bzw. Verschiebung zwar prinzipiell möglich ist, aber immer schwieriger wird. Die Lösung dieses Dilemmas, d.h. eine Leistungssteigerung eines Systems, das an seinen fundamentalen Grenzen arbeitet, ist Parallelisierung. Es wird also nicht ein einzelner Laser genutzt, sondern mehrere, deren Ausgangsstrahl dann am Ende wieder zu einem einzigen Strahl überlagert wird. Im Fall von ultrakurzen Pulsen kann man dies auch auf die zeitliche Dimension erweitern, d.h. es wird ein Pulszug bestehend aus mehreren Einzelpulsen erzeugt, verstärkt und dann am Ende wieder zusammengesetzt. Diese beiden Techniken sind prinzipiell auf alle Laserkonzepte anwendbar. Es hat sich aber gezeigt, dass besonders Faserlaser aufgrund ihres einfachen Aufbaus, ihrer exzellenten Strahlqualität und ihr hohen Durchschnittsleistung aber gleichzeitig begrenzter Energie ideal zum Konzept der Pulsaddition passen.

Das vorliegende Vorhaben soll nun die Grundlagen für dieses mehrdimensionale Pulsstapeln bereiten und Wege aufzeigen, wie mit dieser Technik neue Laserkenndaten erreicht werden können. Es sollen Möglichkeiten für eine gleichzeitig räumliche und zeitliche Kombination untersucht werden und hierbei noch viele offene Fragen, wie z.B. die Art der Stabilisierung, die Untersuchung verschiedener Verzweigungsgeometrien oder auch mögliche Limitierungen durch Sättigungseffekte oder Nichtlinearitäten geklärt werden.

Die Faserlasergruppe des Instituts für Angewandte Physik der Friedrich-Schiller Universität Jena gehört zu den weltweit führenden Gruppen im Bereich der Laserphysik. Besonders auf dem Gebiet der faserbasierten Erzeugung und Verstärkung ultrakurzer Pulse halten die hier realisierten Lasersysteme eine Vielzahl an Rekorden. Dies und die bestehenden Erfahrungen bei der kohärenten Überlagerung von ultrakurzen Laserpulsen (was am IAP weltweit erstmals demonstriert wurde) sind ein Garant für ein erfolgreichen Projektabschluss.

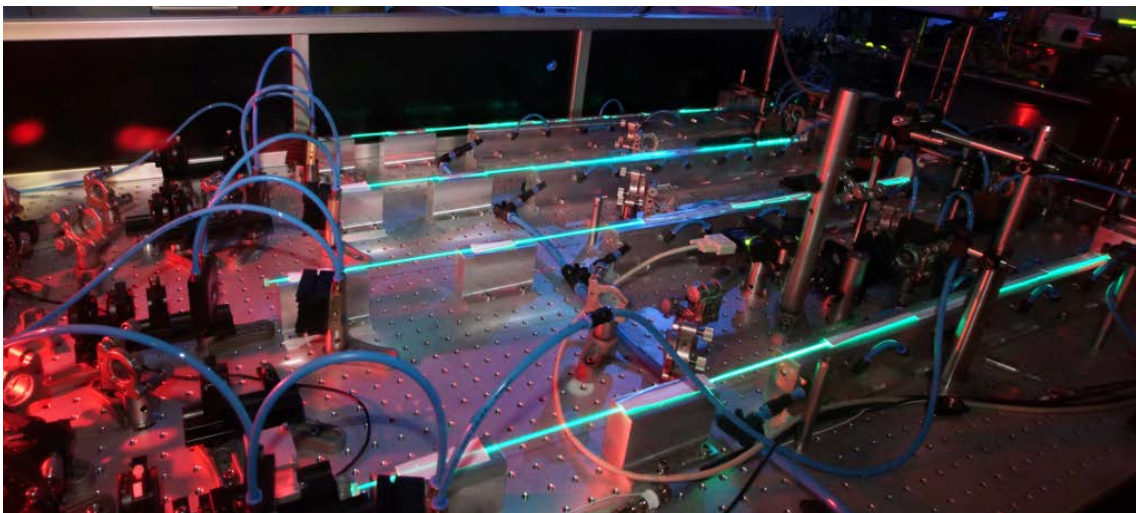


Bild 2: Hochleistungs-Faserlaser mit 4 parallelen Kanälen, die kohärent zusammengeführt werden (Quelle: Universität Jena).