Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Photonik Forschung Deutschland

„Förderinitiative „Wissenschaftliche Vorprojekte“

Projekt:	**Erweiterung des Parameterbereichs von Ultrakurzpulsstrahlquellen zur Erschließung neuer Prozessregime – Sub-100 fs Laserstrahlung mit 20 GW Pulsleistung und 500 W mittlerer Leistung (EPALAS)**
Koordinator:	Dr. Peter Rußbüldt Fraunhofer Institut für Lasertechnik, Aachen Tel: +49 241 8906-303 e-Mail: peter.russbueldt@ilt.fraunhofer.de
Projektvolumen:	(100% Förderanteil durch das BMBF)
Projektlaufzeit:	01.09.2015 bis 31.08.2017
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 unbekannte 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.

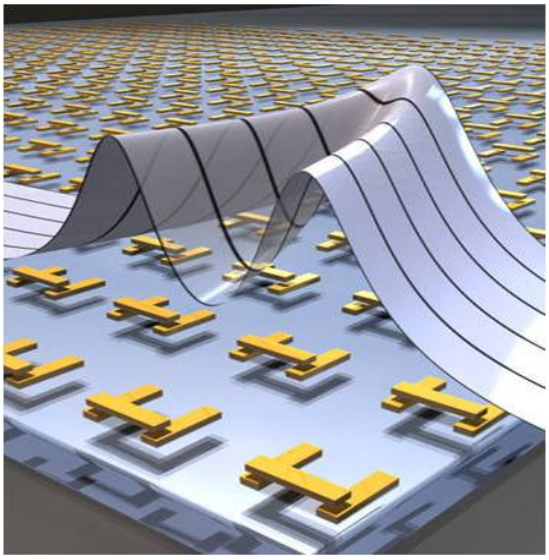

Bild 1: Photonische Metamaterialien (Quelle: Universität Stuttgart)

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.

Immer kürzere Laserpulse in der industrielle Lasermaterialbearbeitung

Für die präzise industrielle Materialbearbeitung werden seit Jahrzehnten immer kürzere Pulse eingesetzt. Waren vor dreißig Jahren noch Nanosekunden-Pulsdauern (10-9s) exotisch, so werden für besonders präzise Prozesse heute schon Pulsdauern im Pikosekunden (10-12s) und Femtosekunden (10-15s) Bereich eingesetzt. Dies ermöglicht zum einen eine höhere Präzision und zum anderen völlig neue Bearbeitungsprozesse durch die nichtlineare Wechselwirkung des Lichts mit Materie z.B. Mehrphotonen-Absorption oder Filamentbildung in Glas oder Luft. Eine hohe Produktivität erfordert hohe mittlere Leistungen von Ultrakurzpuls (UKP) Lasern. Industriell eingesetzte UKP Laser erreichen heute mittlere Leistungen von bis zu 150 W bei Pulsdauern zwischen 500 fs und 10 ps. Kürzere Pulsdauern mit hoher mittlerer Leistung sind aufgrund ihrer Bauart nicht direkt möglich.

Dieses Vorhaben zielt daher auf eine Verkürzung der Pulsdauer um eine Größenordnung durch ein hocheffizientes, flexibles und kompaktes Zusatzmodul um neue Bearbeitungsprozesse zu erschließen.

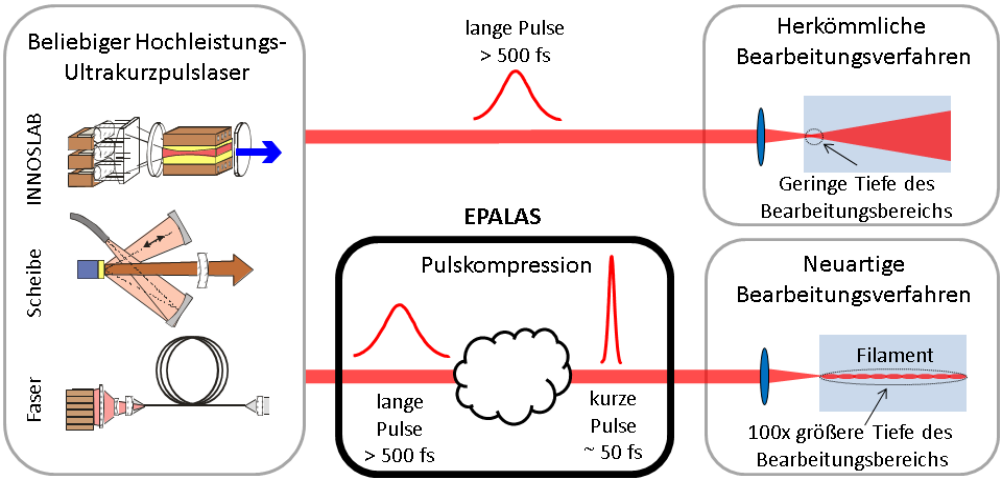

Bild 2: Die Pulsverkürzung bereits existierender Hochleistungs-Ultrakurzpulslaser ermöglicht neuartige Prozesse – Im gezeigten Beispiel Schneiden mit Plasma-Filamenten von einigen Metern Länge in Luft. (Quelle: Fraunhofer Institut für Lasertechnik)

Kürzere Pulse mit existierenden Hochleistungs UKP Lasern

Das Zusatzmodul zur Pulsverkürzung ist für jeden UKP Laser geeignet und basiert auf der nichtlinearen spektralen Verbreiterung mit anschließender Pulskompression. Dieses Verfahren ist seit langem bekannt, konnte sich in der technischen Realisierung als Wellenleiter für industrielle Prozesse aber nicht durchsetzen. Durch den Verzicht auf einen Wellenleiter wird die neuartige Pulsverkürzung unabhängig von Schwankungen der Strahllage, dem Strahlprofil und der Leistung des UKP Lasers. Nach dem bisherigen Wissensstand ist dieser Ansatz nicht realisierbar bzw. verschlechtert die Strahleigenschaften. Diese Nachteile werden nun durch den neuen Lösungsansatz in der Ausführung als Linsenleiter mit verteilter Nichtlinearität umgangen.

Angestrebtes Alleinstellungsmerkmal ist die Kombination der hohen mittleren Leistung von 500 W, Pulsdauern unter 100 fs und Multi-10GW Pulsspitzenleistung.

Erschließung neuartiger und noch präziserer Bearbeitungsprozesse mit Lasern

In diesem Vorhaben sollen erstmals Laserparameter nachgewiesen werden, mit denen das Regime der extrem-nichtlinearen Wechselwirkung für die Entwicklung neuer oder verbesserter Laserprozesse erschlossen werden kann und zwar mit mittleren Leistungen, die für den Einsatz in der industriellen Produktion relevant sind.

Die signifikante Erweiterung des Parameterbereichs ermöglicht im Erfolgsfall eine frühzeitige Erschließung der Nutzungspotentiale sowie eine konkrete technische Umsetzung und damit ein Vorsprung vor internationalen Wettbewerbern.