

FEMTONIK – Nutzung ultraschneller Phänomene für Medizin- und Fertigungstechnik

Ultrakurze Laserpulse sollen in naher Zukunft breiten Einsatz in der Medizintechnik sowie der industriellen Fertigungstechnologie finden. Seit Ende 2004 läuft hierzu der vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) innerhalb des Förderprogramms "Optische Technologien" geförderte Projektverband FEMTONIK. Insgesamt sollen für das Themenfeld "Femtonik – Nutzung ultraschneller Phänomene" in den Jahren 2004 bis 2008 etwa 25 Millionen Euro für industriell geführte Projektvorhaben bereitgestellt werden. In dem vorangegangenen Projektverband "Femtosekunden-Technologie" (1999 bis 2003) konnten unterschiedliche Anwendungen aus den Bereichen Fertigung, Life Science und Messtechnik erstmals erfolgreich demonstriert werden. Koordiniert wird der Gesamtverband FEMTONIK von der Forschungsgesellschaft für Strahlwerkzeuge. Fachlich beteiligen sich IFSW und FGSW federführend an einem Projekt zur hochpräzisen Materialbearbeitung mit ultrakurzgepulsten Strahlquellen (PROMPTUS). Die TGSW ist in den zwei zahnmedizinisch ausgerichteten Projekten FORCERAMUS und MIKAFEM involviert.

Sowohl die positiven Ergebnisse aus der ersten Förderphase als auch neu aufgeworfene Fragestellungen sowie das breite Potenzial an Anwendungen der Femtosekunden-Technologie zeigten einen zusätzlichen Bedarf an Förderung auf. Ziel dieser Aktivitäten ist die Stärkung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit der Hersteller von Strahlquellen, Komponenten und Systemen sowie deren Zulieferern, die die Innovationen für bedeutende Märkte schaffen können. Auf die Einbindung von Anwendern wurde besonderer Wert gelegt, was sich in der Anzahl der partizipierenden Firmenpartnern der geförderten Verbände widerspiegelt (s. Abbildung 1).

Von den insgesamt zehn zur Förderung vorgesehenen Verbänden haben bereits sieben ihre Arbeiten begonnen; drei weitere Verbände sollen bis Ende 2006 folgen. Die Startkonferenz des von Professor

Friedrich Dausinger (FGSW und IFSW) koordinierten und durch das VDI-Technologiezentrum als Projektträger betreuten Gesamtverbands

findet am 28. März 2006 im Rahmen der DPG-Frühjahrstagung der Fachverbände Kurzeitphysik und Plasma-physik an der Universität Augsburg statt.

Themenschwerpunkte

Die im neuen FEMTONIK-Verband bearbeiteten Themen berücksichtigen wesentliche durch die Optischen Technologien beeinflusste, gesellschaftlich und wirtschaftlich relevante Themenfelder wie Medizin und Life Sciences, Mikro- und Nanomaterialbearbeitung, Sensorik und Messtechnik, Informations- und Kommunikationstechnologie sowie den Umweltschutz.

Der inhaltliche Fokus der beteiligten Verbundprojekte liegt im Wesentlichen im Bereich der Medizintechnik, der hochpräzisen Mikro-materialbearbeitung mit

Ultrakurzpuls-Lasern, der Optimierung von Optikkomponenten sowie der Untersuchung zukunfts-trächtiger Strahlquellenkonzepte für die Realisierung innovativer Ultrakurzpuls-Strahlquellen.

In der Zahnmedizintechnik wird im Rahmen des Projekts MIKAFEM das Ziel verfolgt, sowohl eine objektivierbare Kariesdiagnostik als auch ein minimalinvasives Kariestherapiegerät zu realisieren. Ferner bildet die Nutzung von Ultrakurzpulsstrahlquellen die Basis für ein innovatives Produktionsverfahren zur kostengünstigen Formgebung von Zahnersatz-Uniten aus Keramik (FORCERAMUS-Projekt). In beiden Fällen befasst sich die TGSW mit der Erforschung von fs-Laser-Strahlquellen mit Pulsdauern von 500 bis 700 fs bei einigen

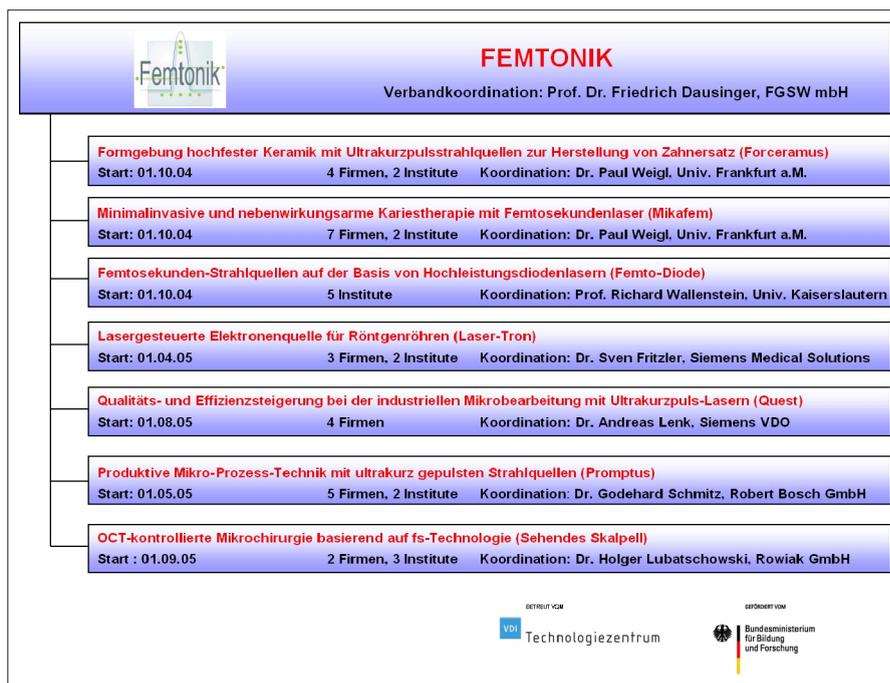


Abb. 1: Sieben Projektverbände innerhalb des FEMTONIK-Verbands sind bereits gestartet. Die Einbindung von Industriepartnern spielt eine besondere Rolle bei der Umsetzung der Technologie.

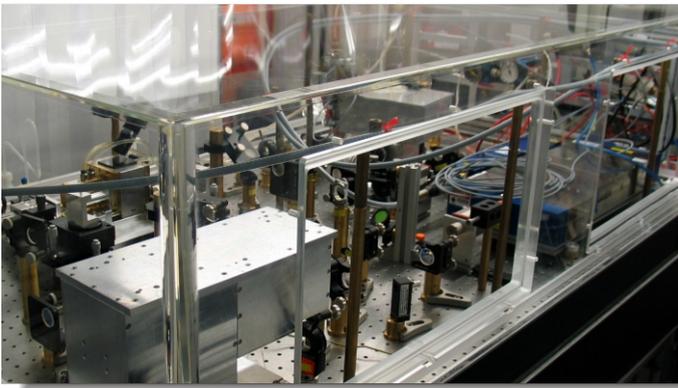


Abb. 2: Erstes Labormuster der TGSW für einen fs-Laser zur minimalinvasiven Karies-Therapie.

100 J Leistung und Repetitionsraten von einigen 10 kHz (s. Abbildung 2).

Im Bereich der Laserchirurgie werden mikro- bzw. nanochirurgische Laserskalpelle entwickelt werden (Projekt "Sehendes Skalpell"), welche sich durch ihre hohe Präzision (μm bis sub- μm Bereich) und die Möglichkeit der Echtzeitüberwachung des operativen Eingriffs durch eine direkte Bildgebung auszeichnen. Durch die Minimierung der Traumatisierung beim chirurgischen Eingriff mit Hilfe eines "Sehenden Skalpells" sind kürzere stationäre Aufenthalte der Patienten in der Klinik die Folge. Teilweise wird sogar ein ambulantes Operieren möglich sein.

Schwerpunkt des Vorhabens LASER-TRON ist die Schaffung der Grundlagen für eine lokal laserstimulierbare Hochstromkathode als Schlüsselkomponente für zukünftige Röntgenstrahlerzeuger. Die Ergebnisse werden längere Betriebsdauern und eine bessere Performance der lasergesteuerten Geräte ermöglichen und so Markttrends in Richtung Langlebigkeit von Geräten sowie Ressourcenschonung begegnen.

In der industriellen Materialbearbeitung soll die Produktivität von Ultrakurzpulslasern weiter gesteigert und die hochpräzise Mikrobearbeitung von technischen Werkstoffen mit ultrakurzen Laserpulsen weiter verbessert werden (Projek-

te QUEST und PROMPTUS; s.u.).

Daneben ist innerhalb eines bislang noch nicht geförderten Projekts geplant, eine neue System- und Verfahrenstechnik zur Großflächenstrukturierung mit Hochleistungs-Pikosekundenlasern zu untersuchen. Hierdurch könnte die Laserabtragstechnik auch für die Strukturierung großer Bauteile aus beliebigen Werkstoffen nutzbar gemacht werden. Zwei weitere, für das laufende Jahr zur Förderung vorgesehene Projekte sollen sich mit der Optimierung und Umsetzung von Optikkomponenten für die Femtonik sowie mit neuen, zukunftssträchtigen Strahlquellenkonzepten im Hinblick auf die Realisierung stark vereinfachter und kompakter Ultrakurzpuls-Strahlquellen befassen.

Nachfolgend sei der Projektverbund PROMPTUS näher beschrieben, an dem IFSW und FGSW federführend beteiligt sind.

Hochpräzise Mikrobearbeitung von technischen Werkstoffen mit ultrakurzen Laserpulsen (PROMPTUS)

Ziel des PROMPTUS-Projekts ist es, die Produktivität von ultrakurz gepulsten Laserstrahlquellen durch Steigerung der Leistungsfähigkeit der Strahlquellen, die Verbesserung des Prozesswirkungsgrads und die Entwicklung neuer systemtechnischer

Komponenten zu erhöhen. Um dieses Ziel zu erreichen haben sich sieben Partner (davon fünf Firmen und zwei Forschungsinstitute) zusammengeschlossen. Die FGSW beteiligt sich mit der Entwicklung von Verfahrens- und Systemtechnik. Bereits realisierte Bohrungen mit einer speziell entwickelten Unterdruckdüse zeigten erfolversprechende Resultate (s. Abbildung 3). Die Arbeiten des IFSW konzentrieren sich auf den Aufbau einer Experimental-Strahlquelle. Koordiniert wird das Verbundprojekt durch die Robert Bosch GmbH.

Mit kurzen Laserpulsen können Strukturen mit Mikrometerdimensionen auf oder in Makrobauteilen mit Abmaßen

turen aufgebracht werden. Im Tiefdruck substituiert das Abtragen mit Laserpulsen zunehmend das mechanische Stechverfahren. Höhere Flexibilität und Präzision des Strahlverfahrens ermöglichen hierbei eine deutlich höhere Druckqualität.

Durch die Zusammensetzung des Gesamtprojektes wird die Verbreitung der Ergebnisse in unterschiedlichen Industriezweigen wie dem Automobilbau, der Elektronik, der Medizintechnik, sowie der Energietechnik ermöglicht. Das aus dem Verbundprojekt resultierende Marktvolumen für ultrakurz gepulste Strahlquellen und Systemtechnik wird auf rund 75 Millionen Euro geschätzt.

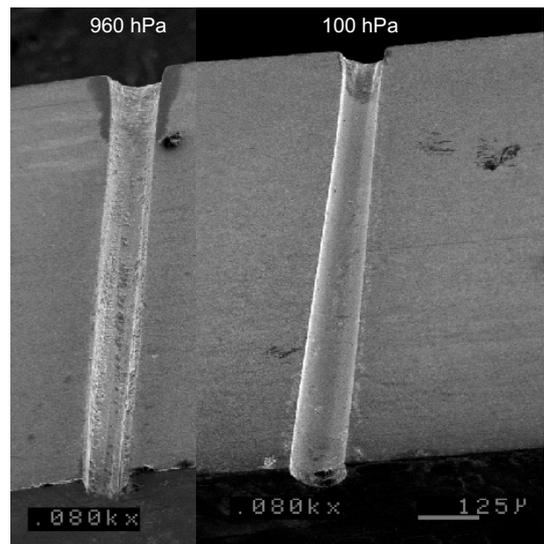


Abb. 3: Die bei Unterdruck erzeugte Bohrung (rechts) zeigt im Vergleich zu der Bohrung bei Umgebungsdruck eine fertig ausgebildete Bohrung ohne Ablagerungen in der Kapillare.

im Millimeter- bis zum Meterbereich abgetragen werden. So erlaubt das Laserverfahren bei der Kraftstoffeinspritzung, zu Düsendurchmessern vorzudringen, die mit der bisher üblichen Verfahren nicht mehr hergestellt werden können, und trägt dadurch zur Steigerung von Effizienz und Umweltfreundlichkeit der Kraftfahrzeug-Verbrennungsmotoren bei. Gleiches gilt für das so genannte Laserhonen, mit dem auf Zylinderlaufflächen tribologisch wirksame Struk-

Institutsadresse:

Institut für Strahlwerkzeuge
Pfaffenwaldring 43
70569 Stuttgart
Tel.: +49 (0)711-685 6840
Fax: +49 (0)711-685 6842
<http://www.ifsw.uni-stuttgart.de>

Kontakt / Redaktion:

Dipl.-Ing. Friedemann Lichtner
FGSW - Forschungsgesellschaft
für Strahlwerkzeuge mbH
Pfaffenwaldring 43
70569 Stuttgart
Tel.: +49 (0)711351 451-28
Fax: +49 (0)711351 451-29
E-Mail:
friedemann.lichtner@fgsw.de
<http://www.fgsww.de>