

## Q 43: Ultrakurze Pulse: Anwendungen I

Zeit: Donnerstag 10:30–12:30

Raum: VMP 6 HS-A

**Preisträgervortrag** Q 43.1 Do 10:30 VMP 6 HS-A  
**Neuer Kurzpulslaser für die Materialbearbeitung** —  
 ●CHRISTOPH GERHARD — LINOS Photonics, Göttingen — Träger  
 des Georg-Simon-Ohm-Preises

In dieser Präsentation soll eine neuartige Laserquelle zur Mikromaterialbearbeitung vorgestellt werden. Hierbei handelt es sich um einen diodengepumpten Festkörperlaser mit mehrfach gefaltetem Resonator. Durch die Kombination zweier Techniken zur passiven Modenkopplung sowie den Einsatz eines akustooptischen Modulators gelang die Realisierung einer stabilen, modengekoppelten Kurzpulslaserquelle im Piko-sekundenbereich mit einstellbarer Wiederholrate. Hierbei wurde erstmals der passiv modengekoppelte Betrieb des laseraktiven Mediums Nd:GdVO<sub>4</sub> bei geringer Wiederholrate erreicht. Die Laserquelle wurde anschließend um einen optischen Verstärker erweitert, welcher eine Verstärkung um den Faktor 30 ermöglicht. Weiterhin wurden Materialbearbeitungsversuche an verschiedenen Werkstoffen wie beispielsweise Aluminium und Glas durchgeführt. Weiterführende Arbeiten mit dieser Laserquelle haben zudem die Erzeugung von Superkontinua zum Gegenstand.

Q 43.2 Do 11:00 VMP 6 HS-A  
**Fs- Lentotomie: Änderung der Akkommodationsamplitude durch das Bearbeiten von transparentem Linsengewebe in vitro mit fs- Laserpulsen** — ●HEIKE HOFFMANN — Laser Zentrum Hannover, 30419 Hannover, Deutschland

Das aktuelle Forschungsgebiet befasst sich mit dem Ziel, die Altersweitsichtigkeit zu behandeln. Das Behandlungskonzept, basierend auf der Theorie des Akkommodationsprozesses nach Helmholtz, wird fs-Lentotomie genannt. Hierbei werden mit Hilfe von Femtosekunden-Laserpulsen Mikroschnitte innerhalb transparentem Linsengewebes platziert, um feine Gleitebenen zu erzeugen, die zur Steigerung der Flexibilität des sich im Alter verhärtenden Gewebes beitragen sollen. Ziel hierbei ist es, die Beeinflussung des Akkommodationsprozesses durch die Laserbehandlung in vitro, zu messen und zu beurteilen. Zur Implementierung der Gleitebenen sowohl im Inneren von humanen Spenderlinsen als auch in Schweinelinsen wird ein 100 kHz- fs- Lasersystem (Wellenlänge 1040 nm, Pulsrate 306 fs, Pulsenergie 1.3-1.6 \*J) verwendet. Mechanische und geometrische Änderungen des Gewebes während der fs- Lentotomie- Behandlung sollen analysiert werden. Mit Hilfe der experimentellen Ergebnisse und theoretischen Modellrechnungen kann gezeigt werden, dass die Auswirkungen der Gleitebenen innerhalb des Linsengewebes nach dem Laservorgang einen Anstieg der Akkommodationsamplitude hervorrufen.

Q 43.3 Do 11:15 VMP 6 HS-A  
**Korrektur der Aberrationen in Augen mittels adaptiver Optik zur Reduktion der Schwellenergie von Femtosekundenlaserpulsen in der Therapie der traktiven Netzhautablösung** — ●ANJA HANSEN und HOLGER LUBATSCHOWSKI — Laser Zentrum Hannover, Hollerithallee 8, 30419 Hannover, Deutschland

Stark fokussierte Femtosekundenlaserpulse erzeugen einen optischen Durchbruch im Fokusbereich und damit eine Materialtrennung durch die resultierende Kavitationsblase im optisch transparenten Glaskörper des Auges (Photodisruption). Dabei wird ein Teil der Pulsenergie in einem nichtlinearen Prozess lokal im Fokus absorbiert, wobei die Schwellenergie für einen optischen Durchbruch von der Größe des Fokusbereichs abhängt. Bei einer Applikation von Femtosekundenlaserpulsen im hinteren Abschnitt des Glaskörpers wird der Fokus durch die Aberrationen der vorderen Komponenten des Auges, wie Hornhaut und Linse, verzerrt, so dass eine erhöhte Schwellenergie für einen optischen Durchbruch erforderlich ist und sich das Risiko einer parasitären Schädigung der Retina aufgrund der erhöhten Energie vergrößert. Hier wird gezeigt, dass durch den Einsatz einer adaptiven Optik die Aberrationen des Auges ausgeglichen werden können und ein definierter Fokus im hinteren Augenabschnitt erzeugt werden kann. Dies eröffnet die Möglichkeit einer nichtinvasiven Therapie der traktiven Netzhautablösung mit Femtosekundenlaserpulsen. Dabei kann eine erneute Anhaftung der Netzhaut ermöglicht werden, indem die Zugkräfte der epiretinalen Gewebemembranen auf die Netzhaut abgebaut werden. Dazu werden diese Membranen durch Photodisruption durchtrennt.

Q 43.4 Do 11:30 VMP 6 HS-A

**Kavitationsblasendynamik beim laserinduzierten optischen Durchbruch durch ultrakurze Laserpulse** — ●NADINE TINNE, VALERIA NUZZO, SILVIA SCHUMACHER, TAMMO RIPKEN und HOLGER LUBATSCHOWSKI — Laser Zentrum Hannover e.V., Hollerithallee 8, 30419 Hannover

Ultrakurze Laserpulse zur dreidimensionalen Bearbeitung von transparenten Materialien finden in der Materialwissenschaft, besonders aber in der Medizin und Biophotonik innerhalb der letzten Jahre immer häufiger Anwendung. Ziel ist es dabei, die Bearbeitungs- bzw. im medizinischen Bereich die Behandlungsdauern erheblich zu verkürzen. Die Entwicklung bewegt sich deshalb in die Richtung, für diese Prozesse Laser zu verwenden, die bei einer hohen Repetitionsrate zugleich über hohe Pulsenergien verfügen. Während der Schneideffekt, den Einzelpulse als Folge eines optischen Durchbruchs und einer daraus resultierenden Kavitation in biologischem Gewebe hervorrufen, gut verstanden ist, ist die Wechselwirkung zeitlich und räumlich dicht aufeinander folgender Pulse weitestgehend unbekannt.

Der dabei stattfindende Wechselwirkungsprozess kann mit Hilfe von Kurzzeitphotographie experimentell sichtbar gemacht werden und ermöglicht somit eine Untersuchung der Abhängigkeit von Pulswiederholrate und Spotabstand nachfolgender Pulse. Die gegenseitige Beeinflussung räumlich und zeitlich benachbarter Kavitationsblasen in Abhängigkeit von Pulsenergie und Pulsabstand wird im Modellmedium Wasser untersucht, um eine Optimierung der Parameter für eine verkürzte Behandlungsdauer zu finden.

Q 43.5 Do 11:45 VMP 6 HS-A  
**Double waveguide couplers produced by adaptive femtosecond writing** — ●MATTHIAS POSPIECH<sup>1</sup>, MORITZ EMONS<sup>1</sup>, ANDY STEINMANN<sup>1</sup>, GUIDO PALMER<sup>1</sup>, UWE MORGNER<sup>1,2</sup>, ROBERTO OSELLAME<sup>3</sup>, NICOLA BELLINI<sup>3</sup>, and GIULIO CERULLO<sup>3</sup> — <sup>1</sup>Institut für Quantenoptik, Leibniz Universität Hannover, Deutschland — <sup>2</sup>Laserzentrum Hannover e.V. — <sup>3</sup>Istituto di Fotonica e Nanotecnologia - CNR, Dipartimento di Fisica - Politecnico di Milano

We report on a novel method to create waveguide coupler devices in fused silica by combining the technique of adaptive beam shaping with femtosecond laser writing. The method is based on a programmable phase modulator and a dynamic variation of the phase-pattern during the writing process. The major advantage is the possibility to create complex devices in a single sweep by simultaneously writing two or more waveguides with changing separation. The guiding properties and the coupling behavior between the waveguides are investigated.

Q 43.6 Do 12:00 VMP 6 HS-A  
**Von Polystyrolkugeln zu photonischen Komponenten für die Telekommunikation** — ●THORSTEN SCHWEIZER<sup>1</sup>, ROMAN KIYAN<sup>1</sup>, RAINER KLING<sup>1</sup>, WENDEL WOHLLEBEN<sup>2</sup>, ALVARO BLANCO<sup>3</sup> und CEFÉ LÓPEZ<sup>3</sup> — <sup>1</sup>Laser Zentrum Hannover e.V., Hannover — <sup>2</sup>BASF, Ludwigshafen — <sup>3</sup>Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid, Madrid

Winzige Kugeln aus Polystyrol bilden nicht nur die Grundlage für eine Vielzahl chemischer Produkte, sondern können auch als Basis für die Herstellung neuer photonischer Komponenten dienen. Aus einer Dispersion mit 1-Mikrometer großen Polystyrolkugeln lässt sich durch Selbstorganisation ein kolloidaler Kristall mit einer Opal-Struktur herstellen. Dieser Kristall dient als Vorlage, um durch Infiltration mit einem hochbrechenden Material wie Silizium und nachfolgendem Entfernen der Polystyrolkugel einen sogenannten "photonischen Kristall" mit inverser Opal-Struktur zu erhalten. Ein solcher inverser Opal aus Silizium weist ähnlich der elektronischen Bandlücke in Halbleitermaterialien eine "photonische Bandlücke" auf, d.h. Licht mit Wellenlängen innerhalb dieser Bandlücke kann sich nicht im Kristall ausbreiten.

Vor der Inversion des Kristalls werden mit einem fs-Laser mittels Zwei-Photonen-Polymerisation eines infiltrierten Polymers gezielt Fehlstellen in den Kristall eingebaut, die lokal die Bandlücke schließen und damit als Wellenleiter für Licht mit Wellenlängen innerhalb der photonischen Bandlücke dienen können.

In diesem Vortrag stellen wir die Arbeit des EU-Projektes "NewTon" bezüglich der Herstellung neuer optischer Komponenten aus photonischen Kristallen für die Telekommunikation vor.

Q 43.7 Do 12:15 VMP 6 HS-A  
**Spatio - temporal coherence of free electron laser pulses**

**in the soft x-ray regime** — •SEBASTIAN ROLING<sup>1</sup>, ROLF MITZNER<sup>1,2</sup>, BJÖRN SIEMER<sup>1</sup>, TINO NOLL<sup>2</sup>, KAI TIEDTKE<sup>2</sup>, WOLFGANG EBERHARDT<sup>2</sup>, and HELMUT ZACHARIAS<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Physikalisches Institut, Westfälische Wilhelms-Universität, 48149 Münster — <sup>2</sup>Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie GmbH

The mutual coherence properties of soft x-ray free electron laser pulses at FLASH are measured at 23.9 nm by interfering two time-delayed partial beams directly on a CCD camera. These two pulses are generated in a beam splitter and delay unit (autocorrelator) where both pulses are derived from the same optical source by wavefront beam

splitting at a sharp mirror edge. The device operates at photon energies from  $h\nu = 30$  to 200 eV. A delay is possible with sub femtosecond precision. At zero delay a visibility of  $(0.63 \pm 0.04)$  is measured. The delay of one partial beam reveals a coherence time of about 6 fs at 23.9 nm. The visibility further displays a non-monotonic decay, which can be rationalized by the presence of a multiple pulse structure. From the interferences also the spatial coherence of the FEL pulses can be assessed. The pulses show a fairly uniform coherence over a large part of the beam profile with very similar time coherence properties. Only at the very edges of the profile a significant reduction of the coherence can be noticed.