

Q 41: Ultrashort Laser Pulses: Applications III

Time: Wednesday 16:30–19:00

Location: F 342

Q 41.1 We 16:30 F 342

Adaptive Optics for the Correction of Eye Aberrations

— ●ANJA HANSEN¹, MOHAMMED K. KHATTAB¹, RAOUL-AMADEUS LORBEER¹, HOLGER LUBATSCHOWSKI¹, and RONALD R. KRUEGER² — ¹Laser Zentrum Hannover, Hollerithallee 8, 30419 Hannover, Germany — ²Cole Eye Institut, Cleveland Clinic Foundation, 9500 Euclid Avenue, Cleveland, USA

In ophthalmology, femtosecond laser tissue transections (photodisruption) which do not provoke any damage to the retina are currently limited to the cornea or lens. In order to not harm the retina during laser application, the laser focus needs to be either a safe distance apart from the retina or the threshold energy for the tissue interaction needs to be low enough to not destruct any peripheral tissue. For surgery in the direct vicinity of the retina the threshold energy has to be reduced to a safe level. However, the aberrations of the anterior elements of the eye cause a distortion of the wavefront and therefore a raised threshold energy when focussing into the posterior segment. We present an optical system that allows for correcting aberrations in eyes using adaptive optics consisting of a deformable mirror and a Hartmann-Shack-Sensor with a novel light source. If combined with femtosecond laser pulses this system offers the possibility for minimally invasive laser surgery in the posterior eye segment with minimized threshold energy. This offers a minimally invasive alternative to the current invasive standard vitrectomy which is very traumatic and causes complications like cataract formation which could be avoided with laser surgery.

Q 41.2 We 16:45 F 342

Determining total hemoglobin mass by means of ¹³CO breath analysis

— ●MARCUS SOWA and PETER HERING — Institut für Lasermedizin, Universitätsklinikum Düsseldorf, Universitätsstr. 1, 40225 Düsseldorf

The aim of our investigations is the development of a non-invasive method for the determination of the total hemoglobin mass in the human body by means of Cavity Leak-Out Spectroscopy (CALOS).

The mentioned CALOS system utilizes a CO gas laser in the mid infrared region around 5 μm . This system allows isotopologue selective online measurements of ¹³CO with a sensitivity of 7 ppb-Hz^{-1/2}.

¹³CO is a non radioactive isotopologue occurring in a ratio of about 1.1 % of the natural CO composition. CO is commonly known as a highly toxic gas but it is also endogenously produced during heme degradation. About 80 % of this CO is exhaled yielding to CO concentrations between 1 ppm to 4 ppm in healthy humans.

Transportation of CO through the body is established by hemoglobin which has a high affinity towards CO. Because of this fact inhaled CO is taken up by the blood until equilibrium between the alveolar air and the blood is reached. By determining the exhaled CO concentrations before and after the inhalation of a certain amount of CO a measure for the t-Hb mass can be calculated.

The enormous advantage of the isotopologue measurement is the very small amount of ¹³CO which can be used for harmless CO inhalation. All data necessary for calculating the t-Hb mass are obtained from breath measurements making this method non invasive.

Q 41.3 We 17:00 F 342

Simultane Messung der Wellenfront und der Formänderung der menschlichen Augenlinse während der Akkommodation

— ●HEIKE HOFFMANN¹, CLAUDIA GROSSER², UWE OBERHEIDE³, GEORG GERTEN³, STEFAN ALTMAYER² und HOLGER LUBATSCHOWSKI¹ — ¹Laser Zentrum Hannover eV, Hannover, Deutschland — ²Institut für Angewandte Optik, Köln, Deutschland — ³Laserforum eV, Köln, Deutschland

Ziel ist die Zusammenführung von Wellenfrontaberrometrie und Vorderkammer OCT. Hierbei soll, während des Akkommodationsprozesses des menschlichen Auges, die Bildgebung der OCT mit der Wellenfront korreliert werden. Eine OCT-Einheit (SL-OCT, Heidelberg Engineering) wurde mit einem Aberrometer gekoppelt (iTrace, Tracey Technologies). Beide Messstrahlen wurden kollinear angepasst, um zeitgleich die Wellenfront mit der Rückstreuung der OCT aufzunehmen und miteinander zu vergleichen. Um die Akkommodation genauer zu untersuchen, wurden Akkommodationsreize gegeben. Für die Vergleichbarkeit wurden Augentropfen (Neosynephrine 5%) zum weitstellen verwendet, die die Akkommodation nicht beeinflussen. Die Zusammenführung er-

möglicht sowohl die Messung der Vorder- und Rückfläche der Augenlinse mit ihrer morphologischen Änderung, als auch die Wellenfront zum gleichen Zeitpunkt. Um die unterschiedlichen Akkommodationszustände zu erhalten, wurde ein Fern- und Nahtarget verwendet. Die Ergebnisse dieser erstmals zusammengeführten Systeme zeigen ein großes Potenzial zur Analyse der Wellenfront und der zeitgleichen morphologischen Änderung der Augenlinse während der Akkommodation.

Q 41.4 We 17:15 F 342

Mikrospiegelaktorelement zur ortsselektiven Spektroskopie und Mikroskopie biologischer Proben — ●BERND MEYERER, MARKUS SCHELLENBERG und WALTER NEU — Fachhochschule Emden/Leer, Institut für Lasertechnik (ILO), 26723 Emden

Konventionelle Durchlichtmikroskopie ist ein Standardverfahren zur Untersuchung und Charakterisierung biologischer Proben. Die Integration eines Mikrospiegelaktors (DMD-array) ermöglicht gleichzeitig zwei Detektionswege sowohl zur Standard-Transmissionsmikroskopie als auch zur simultanen Spektralanalyse. Das Bild der auf dem Objektträger befindlichen Probe wird über den Mikrospiegelaktor auf eine Digitalkamera abgebildet. Frei selektierbare Bereiche der Probe können auf dem Bildschirm ausgewählt werden. Die Mikrospiegelposition wird damit über einen zweiten parallelen VGA-Ausgang der Grafikkarte angesteuert, um das transmittierte Licht dieses Bereichs simultan auf den Eintrittsspalt des Spektrometers (Ocean Optics HR2000+) abzubilden. Untersucht wurden Algen und Pflanzendünnschnitte, mit den natürlichen Farbstoffen Carotin und Chlorophyll sowie künstlich eingefärbte Sporen und histologische Gewebefehlschnitte. Räumlich selektierbare Flächen im Bereich von 10 Mikrometer Durchmesser lassen sich spektroskopisch eindeutig identifizieren und unterscheiden. In Abhängigkeit von der verwendeten Beleuchtungsquelle, des Mikrospiegelaktors, der optischen Qualität des Mikroskops sowie der Sensitivität des Spektrometers ist eine Reduktion der minimal auswählbaren Probenfläche möglich. Automatisiert können Probenidentifikation oder Zählverfahren realisiert werden.

Q 41.5 We 17:30 F 342

Gewebedifferenzierung bei der Ablation von Hartgewebe mit gepulsten CO₂-Lasern — ●DENNIS QUEST, PHILIPP NAUMANN, YONG-MIN JO und PETER HERING — Institut für Lasermedizin, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Die berührungslose Bearbeitung von Hartgewebe hat viele Vorteile gegenüber den konventionellen mechanischen Instrumenten. Mit einem kurz gepulsten CO₂-Lasersystem in Kombination mit einer speziellen Multi-Pass-Scan-Technik und einem Wasserspray ist eine freie Wahl der Schnittgeometrie möglich. Geringe thermische Belastung für das umliegende Gewebe ist das Ergebnis. Während der Bearbeitung des Knochens ist die Überwachung des Abtragungsfortschrittes notwendig. Wichtig ist die Grenze zwischen dem zu bearbeitendem Hart- und Weichgewebe zu finden. Während der Ablation entsteht neben einem akustischen Signal ein Leuchten im sichtbaren Bereich. Dieses Leuchten kann zur Differenzierung zwischen Hart- und Weichgewebe genutzt werden. Insbesondere bei Bohrungen, in die Implantate eingesetzt werden sollen, soll der Abtragungsprozess nach Durchbohren des Knochens gestoppt werden. Die Realisierung dieses Verfahrens soll mit seinen Ergebnissen vorgestellt werden.

Q 41.6 We 17:45 F 342

STED nanoscopy of living hippocampal neurons in organotypic brain slices — ●NICOLAI T. URBAN¹, KATRIN WILLIG¹, U. VALENTIN NÄGERL², and STEFAN W. HELL¹ — ¹Department of NanoBiophotonics, Max Planck Institute for Biophysical Chemistry, Goettingen, Germany — ²INSERM U862/Université Victor Segalen Bordeaux 2, Bordeaux, France

Stimulated Emission Depletion (STED) nanoscopy is a light microscopic technique that enables fluorescence imaging with nanoscale resolution. In this approach the diffraction barrier is overcome by overlapping the excitation with a doughnut-shaped, red-shifted STED beam, thereby removing the fluorescence ability of the fluorophore in the outer region of the excitation spot, leaving only a nanosized region in which the fluorophore is able to signal.

However, when attempting to image neurons deep inside the sample, spherical aberrations stemming from the refractive index mismatch be-

tween the brain tissue and the widely used oil immersion severely limit the penetration depth. The use of glycerol ($n=1.45$) as an immersion liquid instead lessens the refractive index mismatch noticeably. The remaining aberrations can be compensated down to a certain depth by a correction collar on the objective.

Using this approach we recorded YFP-labeled actin filaments in dendritic spines, which are protrusions on the dendrites, of living hippocampal neurons in organotypic brain slices. Spine rearrangement was imaged over long time periods in depths down to $50\ \mu\text{m}$ with nanoscale resolution of $< 80\ \text{nm}$.

Q 41.7 We 18:00 F 342

Ein Brillouin-LIDAR zur Messung von Temperaturprofilen des Ozeans: Generelle Eignung eines ESFADOF-Detektors —

•ANDREAS RUDOLF, ALEXANDRU POPESCU und THOMAS WALTHER — Institut für Angewandte Physik, AG Laser und Quantenoptik, Technische Universität Darmstadt, Schlossgartenstr. 7, D-64289 Darmstadt

Im Rahmen des globalen Klimawandels wird der Bedeutung der Weltmeere große Bedeutung zugesprochen. Deren lokaler Wärmegehalt ist eine wichtige Kenngröße für die Ozeanographie und kann durch Messung des Temperaturprofils bestimmt werden. Um weite Meeresgebiete schnell, kostengünstig und berührungslos zu erfassen, bietet sich die lasergestützte Messung an Bord eines Helikopters an. Hierzu wird ein flugtaugliches Brillouin-LIDAR entwickelt, welches die temperaturabhängige Brillouin-Streuung als Indikator ausnutzt. Als Strahlquelle dient ein gepulster Faserverstärker mit einer nachgeschalteten Frequenzverdopplungseinheit. Es werden fourier-limitierte Pulse mit einer Länge von $10\ \text{ns}$ bereitgestellt. Die spektral hochauflösende Detektion wird durch einen ESFADOF-Kantenfilter (**Excited State Faraday Anomalous Dispersion Optical Filter**) realisiert, welcher die Brillouin-Frequenzverschiebung von $7\text{--}8\ \text{GHz}$ in ein Transmissionssignal überführt. In diesem Beitrag wird aufgezeigt, dass Transmissionskanten von bis zu 25% innerhalb weniger GHz erreicht werden können. Zudem wurde die gezielte Erzeugung der gewünschten Transmissionskanten demonstriert. Die Ergebnisse zeigen daher die prinzipielle Eignung eines ESFADOFs für das Brillouin-LIDAR. Darüber hinaus werden die Grenzen für einen stabilen Betrieb des Detektors diskutiert.

Q 41.8 We 18:15 F 342

Ground Sted Depletion (GSD) Nanoscopy of NV Color Centers in Diamond with Single Digit Resolution —

•DOMINIK WILDANGER, EVA RITTWEGER, and STEFAN W. HELL — Department of NanoBiophotonics, Max Planck Institute for Biophysical Chemistry, Göttingen, Germany

We present a new implementation of fluorescence microscopy based on the depletion of the fluorophores ground state providing a resolution far beyond the diffraction limit. Therefore we utilize an intense excitation beam which features an intensity minimum at its center (e.g. a doughnut shaped beam). Given high enough laser power the ground state of fluorophores in close vicinity to the minimum is depleted while a fluorophore at the very center remains in the ground state. Scanning through the sample leads to a negative high resolution image. In order

to obtain a positive image the picture has to be deconvolved with the excitation PSF. As an alternative to the negative images we show a pump probe configuration in which we probe the color centers that remain in the ground state with a second, chopped excitation beam. Subtraction of both signals with a lock-in amplifier renders directly a positive image. A lateral resolution of approx. $8\ \text{nm}$ was obtained. Our study underscores the key role of exploiting (molecular) states for overcoming the diffraction barrier in far-field optical microscopy

Q 41.9 We 18:30 F 342

Optische Aerosolfalle mit Injektion durch eine Glaskapillare

— •MARCEL HORSTMANN, KARL PROBST und CARSTEN FALLNICH — Institut für Angewandte Physik, Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Corrensstraße 2-4, 48149 Münster

Wir stellen ein faserbasiertes Fallensystem zum Transfer von Aerosolteilchen in eine optische Pinzette vor. Die Aerosolteilchen werden dabei mittels Strahlungsdruck durch eine Glaskapillare in die Probenkammer transferiert und dort durch entgegengesetzt propagierendes Licht aus einer Glasfaser stabilisiert.

Die so erfolgte Entkopplung von Nebel- und Probenkammer ermöglicht den Einsatz der optischen Pinzette mit definierten Eigenschaften zur Manipulation einzelner Aerosolteilchen. Aufgrund der geringeren Dämpfung der Teilchen in Luft im Vergleich zu Flüssigkeiten bieten sich uns interessante Möglichkeiten zur Untersuchung der Dynamik von Mehrteilchen-Systemen in optischen Fallen.

Q 41.10 We 18:45 F 342

Colocalization analyses by two-color STED microscopy —

•JOHANNA BÜCKERS, DANIEL NEUMANN, STEFAN JAKOBS, LARS KASTRUP, and STEFAN W. HELL — Max Planck Institute for Biophysical Chemistry, Dept. of NanoBiophotonics, Am Fassberg 11, 37077 Göttingen, Germany

Far-field fluorescence microscopy is among the most common methods in the biosciences today. One of its few drawbacks – the relatively poor spatial resolution – has been overcome since the invention of stimulated emission depletion (STED) microscopy and other nanoscopy concepts which allow imaging on the nanoscale.

Early STED microscopes were based on rather complex setups and high-maintenance laser systems, but the advent of supercontinuum laser sources enable the implementation of compact and tunable STED microscopes. Even further, due to the broad spectrum of available wavelengths two-color imaging can be realized comfortably, such that the interplay of e. g. different proteins in biological samples can be studied. For such colocalization analyses special care has to be taken regarding the cross-talk between differently labeled structures, and one has to ensure that there is no shift of the two images during the recording. Therefore, we developed an approach to quasi-simultaneous two-color STED microscopy, which allows cross-talk correction by means of linear unmixing, based on a pulse-interleaved acquisition scheme. This approach is applied for several biological tasks, e. g. to reveal the different degrees of colocalization of proteins in the mitochondrial membrane.