

Q 62: Laseranwendungen: Lebenswiss. und Umweltphys.

Time: Friday 10:30–13:00

Location: HÜL 386

Q 62.1 Fri 10:30 HÜL 386

Laserquellenentwicklung für CARS Mikroskopie — ●PETRA GROSS, CARSTEN CLEFF, LISA KLEINSCHMIDT, JÖRN EPPING, SVEN DOBNER, JAN BROCKHAUS und CARSTEN FALLNICH — Institut für Angewandte Physik, Westfälische Wilhelms-Universität, Corrensstr. 2. 48149 Münster

Kohärente Anti-Stokes Raman Streuung (CARS) kann als chemisch selektiver Kontrastmechanismus für nichtlineare Mikroskopie genutzt werden. Die Einsatzmöglichkeiten der CARS Mikroskopie sind insbesondere in den Lebenswissenschaften von potenziell hoher Bedeutung, die dafür benötigten komplexen Laserquellen verhindern jedoch bisher eine breite Verwendung.

Wir berichten in diesem Beitrag über unsere Arbeiten zur der Strahlquellenentwicklung, über Anwendungsmöglichkeiten der CARS Mikroskopie, sowie über unsere Untersuchungen zur räumlichen und spektralen Auflösungsverbesserung. Zum Beispiel stellen wir eine neuartige Strahlquelle vor, die auf einem Femtosekunden Titan-Saphirlaser und auf Superkontinuumserzeugung in einer mikrostrukturierten Glasfaser beruht. Diese Strahlquelle ist besonders kostengünstig und kompakt, was in der Zukunft den Einsatz der CARS Mikroskopie im praktischen Laboralltag erleichtern könnte. Des weiteren diskutieren wir das spektrale Auflösungsvermögen von Femtosekundenstrahlquellen, das z.B. durch gezieltes Strecken der Impulse entscheidend verbessert werden kann.

Q 62.2 Fri 11:00 HÜL 386

High-speed optical coherence tomography using a Fourier domain mode locked laser — ●LARS KIRSTEN, JULIA WALTHER, PETER CIMALLA, SVEN MEISSNER, MIRKO MEHNER, and EDMUND KOCH — Dresden University of Technology, Faculty of Medicine Carl Gustav Carus, Clinical Sensing and Monitoring, Fetscherstraße 74, 01307 Dresden, Germany

Optical coherence tomography (OCT) is a noninvasive imaging modality [1] generally used in medical diagnostics for 2D and 3D visualization of tissue with a spatial resolution of a few micrometers. Broadband light sources at the spectral range of 700 nm to 1500 nm are used because of low scattering and absorption in tissue resulting in a large penetration depth of typically 1 mm. The superposition of backscattered light from the sample and reference light in the interferometer generates the interference spectrum which is detected spectrally resolved in Fourier domain OCT. Multiple OCT applications suffer from motion artifacts and demand short image acquisition times especially under in vivo conditions. For achieving fast image acquisition, the principle of Fourier domain mode locking (FDML) is a suitable approach [2]. The presented FDML laser provides wavelength sweeps centered at 1300 nm and repetition rates of 50 kHz and 123 kHz, respectively. The functionality of OCT imaging is demonstrated in different biomedical applications.

[1] D. Huang et al. *Science* 254, 1178-1181 (1991)[2] R. Huber et al. *Optics Express* 14, 3225-3237 (2006)

Q 62.3 Fri 11:15 HÜL 386

Absorption measurements via self-phase modulation of light — ●JESSICA STEINLECHNER, STEFAN AST, NICO LASTZKA, SEBASTIAN STEINLECHNER, and ROMAN SCHNABEL — Albert Einstein Institut, MPI für Gravitationsphysik, QUEST, Leibniz Universität Hannover

The precise measurement of small optical absorptions in dielectric coatings and nonlinear materials is a challenging task. Within the SFB TR7 an absorption measurement scheme based on the shape of the airy peaks of a scanned optical resonator was developed. Due to the heating of the intra-cavity material or the mirror coatings, the transmitted as well as the reflected airy peaks show a hysteresis depending on the scan direction. A time domain simulation based on is used to fit the measurement data. Using these method we measured the absorption of high reflective mirror coatings and a PPKTP substrate. To prove the quantitative result of the measurements we compared our results to measurements with a calorimetric method and values known from literature respectively.

Q 62.4 Fri 11:30 HÜL 386

Hochstabiles Multiwellenlängenlasersystem für die 3D-Oberflächenmesstechnik — ●AXEL HEUER, DANILO SKOCZOWSKY,

ANDRE HAMDORF, CHRISTOF ZINK und RALF MENZEL — Universität Potsdam, Institut für Physik und Astronomie, Photonik, Karl-Liebknecht-Str. 24-25, Haus 28, 14476 Potsdam

Für die hochpräzise 3D-Oberflächenvermessung von Bauteilen im Produktionsprozess bedarf es eines Messsystems, das robust und schnell ist, damit es für die Inline-Kontrolle eingesetzt werden kann. Möglich wird dies durch den Einsatz von Multi-Lambda-Digital-Holographie (MLHD). Durch den Einsatz mehrerer kohärenter Lichtquellen verschiedener Wellenlänge, die nicht kohärent miteinander überlagert werden, ergeben sich verschiedene virtuelle synthetische Wellenlängen. Realisiert wird dieses durch den Aufbau einer Mehrwellenlängenlichtquelle. Eine synthetische Welle entsteht hier durch die virtuelle Überlagerung von zwei gegeneinander um nur wenige pm bis nm verstimmteter Wellen. Mit diesem Verfahren kann aufgrund unterschiedlicher Messwellenlängen (Laser- bzw. synthetische Wellenlängen) ein breiter Messbereich von sub-um bis in den m-Bereich erschlossen werden. Auflösung und Reproduzierbarkeit des Messsystems sind dabei vom Abstand der verwendeten Einzelwellenlängen und deren spektraler Stabilität abhängig. Auswahl und präzise Stabilisierung der Lichtquellen sind wichtige Arbeitsziele. Es wird ein Lasersystem mit frequenzstabilisierten roten Laserdioden vorgestellt, welches die reproduzierbare Umschaltung zwischen 6 verschiedenen Wellenlängen erlaubt. Die Schaltzeiten liegen bei ca. 2 ms und die Wellenlängenstabilität ist besser 1 pm.

Q 62.5 Fri 11:45 HÜL 386

Hochempfindlicher Nachweis von Zwei-Photonen-Fluoreszenz (TPF) mit weniger als 100 μ W cw-Anregungsleistung mittels eines Diodenlasers — ●HENNING KURZKE, MICHAEL SEEFELDT, AXEL HEUER und RALF MENZEL — Universität Potsdam, Institut für Physik und Astronomie, Photonik, Karl-Liebknecht-Str. 24-25, Haus 28, 14476 Potsdam

Die Fluoreszenzanregung durch die gleichzeitige Absorption zweier Photonen der halben Anregungsenergie zeichnet sich durch eine quadratische Abhängigkeit der Fluoreszenzrate von der Anregungsintensität aus. Das so realisierte kleinere Wechselwirkungsvolumen erlaubt eine höhere räumliche Auflösung gegenüber der Ein-Photonen-Absorption. Gleichzeitig erlauben größere Wellenlängen häufig höhere Eindringtiefen. Dies macht die TPF interessant für biologische und medizinische Anwendungen. Allerdings ist der Zwei-Photonen-Absorptions-Wirkungsquerschnitt sehr klein, so dass die dafür benötigten hohen Anregungsintensitäten meist mit Kurzpulssystemen realisiert werden. Diese sind komplex und kostenintensiv. Wir präsentieren Ergebnisse zur TPF mit einem kommerziellen cw-Dioden-Laser. Bei einer Anregungswellenlänge von 976 nm wurden klassische Laserfarbstoffe untersucht. Der vorgestellte Aufbau erlaubt den hochempfindlichen Nachweis der TPF mit cw-Anregungsleistungen kleiner als 100 μ W. Durch die geringen Intensitäten können Probleme (z.B. andere nichtlineare optische Effekte) minimiert werden.

Q 62.6 Fri 12:00 HÜL 386

¹³CO-Bestimmung aus Blutproben — ●PHILIPP SEIDEL, MARCUS SOWA und PETER HERING — Institut für Lasermedizin, Universitätsklinikum Düsseldorf, Universitätsstr. 1, 40225 Düsseldorf

Es wird ein Verfahren zur Kohlenmonoxidbestimmung (CO) im Blut präsentiert, welches zur Selbstkontrolle der Bestimmung der Hämoglobingehamtsmasse (tHb) durch eine CO-Atemanalyse dient; eine Methode, die in unserem Institut entwickelt wird. Ein Vorteil dieser Vorgehensweise auf Basis der Cavity-Leak-Out-Spektroskopie (CALOS) im mittleren Infrarot-Bereich (ca. 5 μ m), liegt in der Durchführbarkeit isotopologenselektiver Messungen. Kommerziell erhältliche Blutanalysegeräte, wie sie beispielsweise in Krankenhauslaboren zu finden sind, besitzen diese Eigenschaft nicht. Durch die Verwendung des nichtradioaktiven Isotopologs ¹³CO, welches lediglich zu 1,1% in der natürlichen Zusammensetzung von Kohlenmonoxid vorkommt, sind nur geringe Mengen für den Vorgang der tHb-Bestimmung nötig. Das in dem Vortrag vorgestellte Prinzip beruht darauf, dass das in Form von Carboxyhämoglobin (COHb) gebundene CO freigesetzt wird. Die COHb-Konzentration wird dann durch das Volumen des freigesetzten CO berechnet, welches durch eine CALOS-Messung quantifiziert wird. Eine Optimierung der Reaktion hinsichtlich der Temperatur und des Aufbaus ist Bestandteil der laufenden Arbeiten. Im Rahmen des Vortrags sollen das System und erste Ergebnisse präsentiert werden.

Q 62.7 Fri 12:15 HÜL 386

Untersuchung der Lebensdauer von Antireflexionsschichten unter Tritiumatmosphäre für KATRIN — ●KERSTIN SCHÖNUNG — für die KATRIN Kollaboration, Karlsruher Institut für Technologie, IEKP, Karlsruhe, Deutschland

Das Karlsruher TRITium Neutrino-Experiment KATRIN wird eine modellunabhängige Bestimmung der Neutrinomasse leisten. Hierfür wird das Energiespektrum der Betaelektronen einer fensterlosen molekularen gasförmigen Tritiumquelle an seinem kinematischen Endpunkt von 18,6 keV mit einem hochauflösenden, elektrostatischen Filter untersucht. Um die gewünschte Sensitivität von 0,2 eV/c² (90 % CL) zu erreichen, ist es notwendig den Tritiumgehalt des Gases mit Hilfe eines Laser-Raman-System mit einer Präzision von 0,1 % zu bestimmen. Dazu wird vor der Einspeisung in die Tritiumquelle das gesamte Gasgemisch durch eine Probenzelle des Raman-Systems gepumpt.

Nach einem dreimonatigen Testbetrieb mit Tritium mit 185 mbar Partialdruck wurde eine Beschädigung der Antireflexionsschicht der optischen Fenster der Probenzelle festgestellt. Diese scheint auf den hohen Partialdruck von Tritium zurückführbar zu sein, da keine Beschädigung bei Gasmischungen mit 13 mbar Partialdruck Tritium beobachtet werden konnte. Die aufgetretenen Mängel verhindern das Erreichen der geforderten Präzision der Ramanspektroskopie.

Dieser Vortrag behandelt mögliche Ursachen der Beschädigung. Außerdem wird ein Testexperiment vorgestellt, mit dem eine tritiumtaugliche Beschichtung gefunden werden soll. Es werden die verwendeten Messmethoden und der derzeitige Stand des Experiments präsentiert.

Q 62.8 Fri 12:30 HÜL 386

Ein Brillouin-LIDAR zur Messung von Temperaturprofilen des Ozeans: Optimierung des ESFADOF-Pumpprozesses — ●VINCENZO TALLUTO, ANDREAS RUDOLF und THOMAS WALTHER — Institut für Angewandte Physik, AG Laser und Quantenoptik, Technische Universität Darmstadt, Schlossgartenstr. 7, 64289 Darmstadt

Faraday Anomalous Dispersion Optical Filter (FADOF) sind besonders schmalbandige, atomare Kantenfilter. Sie sind in der Lage, minimale Frequenzverschiebungen des Eingangssignals in große Intensitätsänderungen des Ausgangssignals zu überführen. Erreichbar sind Transmissionsänderungen von nahezu 100% innerhalb einer Frequenzverschiebung von einem GHz und kleiner.

Ein Excited State FADOF (ESFADOF) soll als Detektor des von uns entwickelten Brillouin-LIDAR eingesetzt werden. Das System ist für den Einsatz an Bord eines Helikopters gedacht und wird die berührungslose Messung von Temperaturprofilen des Ozeans ermöglichen.

Hierzu muss der ESFADOF Frequenzverschiebungen der temperaturabhängigen Brillouin-Streuung von ± 7 -8 GHz auflösen. Um den Filter in der Nähe des Absorptionsminimums von Wasser zu betreiben, wird ein atomarer Übergang bei 543 nm zwischen zwei angeregten Zuständen in Rubidium genutzt. Das Rubidium muss daher bei 780 nm optisch gepumpt werden. Wir zeigen, dass es durch geeignete Optimierung dieses Pumpprozesses möglich ist, die Filtercharakteristik maßgeblich und gezielt zu gestalten. Insbesondere lassen sich die Transmissionskanten mit hoher Genauigkeit symmetrisieren.

Q 62.9 Fri 12:45 HÜL 386

Ein Brillouin-LIDAR zur Messung von Temperaturprofilen des Ozeans: Fortschritte am ESFADOF-Detektor zum praktischen Einsatz — ●ANDREAS RUDOLF, ALEXANDRU POPESCU und THOMAS WALTHER — Institut für Angewandte Physik, AG Laser und Quantenoptik, Technische Universität Darmstadt, Schlossgartenstr. 7, 64289 Darmstadt

Die Kenntnis des lokalen Wärmegehalts der Weltmeere ist für die marine Forschung von hohem Interesse. Um ihn zu messen, ist eine tiefenaufgelöste Bestimmung der Wassertemperatur notwendig. Als berührungsloses Verfahren bietet sich die lasergestützte Messung an Bord eines Helikopters an. Hierzu entwickeln wir ein flugtaugliches Brillouin-LIDAR, welches die Brillouin-Streuung als Temperaturindikator nutzt.

Die gepulste Strahlquelle wird durch einen frequenzverdoppelten, Yb-dotierten Faserverstärker realisiert. Der Detektor ist ein spektral hochauflösender Kantenfilter und wird als Excited State Faraday Anomalous Dispersion Optical Filter (ESFADOF) bezeichnet. Herzstück des ESFADOF ist eine optisch gepumpte Rubidium-Gaszelle, die von einem konstanten Magnetfeld durchdrungen wird.

Der limitierende Faktor lag bislang in der Stärke, Ausdehnung und Homogenität des Magnetfelds. Mit einer neu entwickelten Anordnung von Permanentmagneten auf Basis eines Halbach-Arrays wird diese Einschränkung nun überwunden. Das System erzeugt auf einer Länge von 50 mm ein homogenes Feld mit einer Stärke von 0,6 T. Die Filtercharakteristik verbessert sich hierdurch entscheidend. Im Vortrag werden die neuesten Ergebnisse des Gesamtprojekts präsentiert.