

UP 7: Measurement Techniques

Time: Thursday 10:00–12:30

Location: HSZ 105

UP 7.1 Thu 10:00 HSZ 105

Miniaturized widely tunable MID-Infrared Quantum-Cascade-Laser for Spectroscopic Applications — ●ANDRÉ MERTEN¹, STEFAN HUGGER², MARCEL RATTUNDE², MARKO HÄRTEL², ANDRÉ DREYHAUPT¹, MARKUS SCHWARZENBERG¹, ROBERT BARTH¹, RALF OSTENDORF², and JAN GRAHMANN¹ — ¹Fraunhofer IPMS, Maria-Reiche-Straße 2, 01309 Dresden — ²Fraunhofer IAF, Tullastraße 72, 79108 Freiburg

Broadband tuning of MIR-infrared laser radiation from 3 to 10 micron (1000 to 3200 wavenumbers) is a very promising way for spectroscopic study of various gaseous, liquid, or solid species or intermixtures, due to the highly characteristic rotational-vibrational spectral structures. We present a miniaturized widely tunable IR-light source based on an External Cavity Quantum-Cascade-Laser (EC-QCL) in combination with a micro-optical-electrical-mechanics (MOEMS) grating as wavelength selective element. With this concept spectral tuning range in respect to the central wavelength of up to 25% for pulse operation and up to 10% for cw operation, respectively was realized. The bright monochromatic but tunable emission of 100mW and more allows new application for IR-spectroscopy e.g. real-time detection of hazardous liquid or solid species e.g. explosive in up to 3 m distance with a hand-held device collecting the backscattered light. For spectral detection of most gaseous species, however, high spectral resolution is required, which demands also for controlling the cavity length to avoid mode hopping. We present a concept for mode-hop free tuning and first results of high resolution gas-phase spectroscopy.

UP 7.2 Thu 10:20 HSZ 105

Fabry-Perot interferometer correlation spectroscopy - A novel technique for the imaging of atmospheric trace gases — ●CHRISTOPHER FUCHS¹, JONAS KUHN^{1,2}, NICOLE BOBROWSKI^{1,2}, and ULRICH PLATT^{1,2} — ¹Institute of Environmental Physics, Heidelberg University, Germany — ²Max Planck Institute for Chemistry, Mainz, Germany

Imaging of trace gases by optical remote sensing can provide insights in the dynamics of physical and chemical processes within the atmosphere. However, dispersive techniques are not able to resolve many processes on their intrinsic spatial and temporal scale, e.g. Imaging DOAS. Non-dispersive imaging techniques, e.g. SO₂ cameras, reach high spatial and temporal resolution, but due to their strongly restricted spectral information are limited to SO₂ only.

We introduce a novel imaging technique for atmospheric trace gases, based on the application of a Fabry-Perot interferometer (FPI). The increase of spectral information for the detection of trace gases is reducing cross sensitivities and allowing for the application to other species e.g., HCHO, BrO.

We present the first measurement for SO₂ with an imaging Fabry-Perot correlation spectroscopy (IFPICS) instrument with a sensitivity of $7.9 \times 10^{-20} \text{ cm}^2 \text{ molec}^{-1}$. Additionally, we will present sensitivity studies of further trace gases, which have been already performed in our laboratory, and resulted in prospected detection limits of $< 5 \times 10^{15} \text{ molec cm}^{-2} \text{ s}^{-1/2}$ for HCHO and $< 10^{14} \text{ molec cm}^{-2} \text{ s}^{-1/2}$ for BrO.

UP 7.3 Thu 10:40 HSZ 105

Vollautomatisierte online Messungen der chemischen Zusammensetzung von Aerosolpartikeln auf einem Passagierflugzeug — ●CHRISTIANE SCHULZ^{1,2}, JOHANNES SCHNEIDER², MARKUS HERMANN¹, FLORIAN RUBACH², CHRISTIAN GURK², ANNA LUDWIG², ALFRED WIEDENSOHLER¹, ANDREAS ZAHN³ und STEPHAN BORRMANN^{2,4} — ¹Leibniz-Institut für Troposphärenforschung, Leipzig — ²Max-Planck-Institut für Chemie, Mainz — ³Karlsruher Institut für Technologie, Karlsruhe — ⁴Institut für Physik der Atmosphäre, Johannes Gutenberg-Universität, Mainz

Im Rahmen des Projektes IAGOS-CARIBIC werden regelmäßig atmosphärische Messungen von Spurengasen und Aerosolpartikeln durchgeführt. Die Messgeräte befinden sich dabei in einem Frachtcontainer an Bord eines Passagierflugzeuges. Dadurch werden sowohl die obere Troposphäre als auch die untere Stratosphäre vermessen.

Seit Oktober 2018 wird auch die chemische Zusammensetzung von nicht-refraktären Aerosolpartikeln mittels eines online Aerosolmassenspektrometers gemessen. Dabei kann quantitativ und größen aufgelöst

zwischen Organik, Nitrat, Sulfat, Ammonium und Chlorid unterschieden werden bei einem Größenbereich zwischen 80 und 800 nm.

Diese Messungen ermöglichen bspw. die Untersuchung, welche Art von Aerosolpartikeln durch Vulkane, hochreichende Konvektion oder Waldbrände in die obere Troposphäre und untere Stratosphäre eingetragen werden.

Neben der Erklärung des Gerätes werden technische Herausforderungen der Vollautomatisierung und erste Ergebnisse vorgestellt.

30 minute break

UP 7.4 Thu 11:30 HSZ 105

A novel compact Doppler lidar for Doppler Mie measurements and beyond — ●JAN FROH, ALSU MAUER, JOSEF HÖFFNER, RONALD EIXMANN, and FRANZ-JOSEF LÜBKEN — Leibniz-Institute of Atmospheric Physics

Doppler lidar with daylight capability are challenging and expensive systems because of the required small FOV and spectral filtering. The Institute of Atmospheric physics has developed a new approach. Beside very compact (1 m³) and less complex, the novel technology is applicable to a large variety of lasers as Doppler Mie, Doppler Rayleigh and/or Doppler Resonance lidar.

We demonstrate first Doppler Mie observations with a diode pumped pulsed alexandrite ring laser with unmatched properties. An optimized receiver allows efficient optical splitting of Rayleigh and Mie scattering. Optical splitting is achieved by combining narrow band spectral filtering with a pulsed laser of exceptional low line width and direct frequency control. By tuning the laser in frequency Aerosols and Doppler wind is measured simultaneously with a new method in the stratosphere. Because Rayleigh scattering is suppressed by approx. 2 orders of magnitude weak Mie signals can be observed which are not visible with established methods because of the strong Rayleigh background.

UP 7.5 Thu 11:50 HSZ 105

Scaling up CRNS - non-invasive soil moisture measurement at the hectometer scale — ●MARKUS KÖHLI^{1,2}, JANNIS WEIMAR¹, MARTIN SCHRÖN³, and ULRICH SCHMIDT¹ — ¹Physikalisches Institut, Heidelberg University, Germany — ²Physikalisches Institut, University of Bonn, Germany — ³Helmholtz Zentrum für Umweltforschung, UFZ, Leipzig, Germany

A novel method called Cosmic-ray neutron sensing (CRNS) is challenging soil moisture measurements by its non-invasive application at a hectometer scaled footprint. Using this technique one can relate the flux density of albedo neutrons generated in cosmic-ray induced air showers to the amount of water in a radius of several hundred meters. The key principle here is that neutrons show an exceptionally different behavior interacting with hydrogen. It slows down fast neutrons, whereas any other heavier element rather reflects them. In the recent years the understanding of neutron transport by Monte Carlo simulations led to major advancements in precision, which have been successfully tested in a manifold of experiments. A recent successful application is the determination of the snow water equivalent in the Alps. In order to scale up the method and to reduce costs we recently have developed large-scale neutron detectors including readout electronics and data acquisition systems based on Arduino microcontrollers. These boron-lined detectors shall offer an alternative platform to current Helium-3 based systems. The final implementation of our design allowed also to build the largest up to now existing CRNS detector for the UFZ Leipzig.

UP 7.6 Thu 12:10 HSZ 105

Umweltphysikalische Detektion von natürlichen Neutronen zur Bestimmung von Wassermasseänderungen an der Landoberfläche — ●SASCHA OSWALD — Universität Potsdam

An der Landoberfläche wird Wasser als Teil des Wasserkreislaufs und im Austausch mit der Atmosphäre in verschiedenen Formen wie Bodenwasser, Schnee, Gewässer und Biomasse zwischengespeichert. Die derzeit etablierten Methoden zur Messung der Wassergehalte an der Landoberfläche erlauben jedoch nur entweder eine kontinuierliche Erfassung an ausgewählten Messpunkten oder großräumige Momentaufnahmen mittels Fernerkundung. Typischerweise geht eine Vergrößerung der erfassten Flächen mit einer Verringerung der zeitlichen Auf-

lösung einher, sodass auf einer regionalen Skala die zeitliche Dynamik von räumlichen Mustern nur unzureichend erfasst werden kann. Die nicht-invasive, passive CRNS-Methode (Cosmic-Ray Neutron Sensing) ermittelt Fluktuationen der natürlichen Neutronenflüsse an der Landoberfläche und hat das Potenzial diese kritische Lücke zwischen Punktskala und regionaler Skala zu schließen und kann auf einer Größenskala von etwa einem Quadratkilometer eingesetzt werden. Sie nutzt dabei

den inversen Zusammenhang zwischen den Wassergehalten im Umfeld eines Neutronendetektors und der bodennahen Neutronenintensität. Zur Interpretation müssen hydrologische, bodenphysikalische und teilchenphysikalische Aspekte berücksichtigt und verbunden werden. Es wird der aktuelle Stand in Anwendung und Potential dieser Methode dargestellt.