

## Promotionskolloquium

Am Donnerstag, den 07. Januar 2016, verteidigt um 16:00 Uhr  
im Hörsaal I des Instituts für Physik

Herr M. Sc. Slawomir Skruszewicz  
(Experimentalphysik)

seine Dissertation zum Thema:

*“Strong field ionization of atoms and molecules studied by phase-of-the-phase spectroscopy“.*

### Abstract

Coherent superposition of a fundamental 800 nm ( $\omega$ ) laser field with its second-harmonic ( $2\omega$ ) generates laser pulses with asymmetrical electric field distribution. Controlling a time-lag between  $\omega$ - $2\omega$  fields with sub-fs precision enables for electron trajectory tagging. Here, we propose two-color *phase-of-the-phase (PoP)* which applied to rare gas atoms provides relative-phase-tagged photoelectron spectra. We show that a relative phase contrast (RPC) and the-phase-of-the-phase (PP) spectra obtained from Fourier transformed electron spectra gain information which are beyond conventional photoelectron spectroscopy. Applying simple trajectory model including wavepacket spreading and multiple rescattering, the universality of the rescattering process is demonstrated. Detailed inspection of PP and RPC spectra reveals target sensitive features which can be used to extract structural or even dynamical information with high accuracy. As a first application of *PoP* we study ionization of randomly oriented  $\text{CO}_2$  and  $\text{N}_2$  molecules. We perform *in situ* measurements of the Gouy phase shift in the focal volume. Finally, we demonstrate that *PoP* enables to discriminate thermal contributions in  $\text{C}_{60}$  thus emphasizing phase-dependent effects.

### Zusammenfassung

Die kohärente Überlagerung eines Laserfeldes von 800 nm ( $\omega$ ) mit seiner zweiten Harmonischen ( $2\omega$ ) erzeugt Laserpulse mit asymmetrischer Verteilung des elektrischen Feldes. Die Kontrolle des Phasenzeitunterschieds zwischen den  $\omega$ - $2\omega$ -Feldern mit sub-fs-Präzision ermöglicht das Tagging von Elektronen-Trajektorien. Unser Vorschlag umfasst eine zweifarbige phase-of-the-phase Spektroskopie *PoP*, welche bei Anwendung auf Edelgasatome Photoelektronenspektren den Beitrag der relativen Phase sichtbar macht. Aus den Fourier-transformierten Photoelektronenspektren erhält man den relativen Phasenkontrast (RPC) und die phase-of-the-phase (PP), welche mehr Informationen liefert als die konventionelle Photoelektronen-Spektroskopie. Ein einfaches Elektronentrajektorien Modell unter Berücksichtigung der Dispersion des Wellenpakets und der mehrfachen Rückstreuung zeigt eine Universalität des Rückstoß-Prozesses, die sich in allen Spektren der Edelgas Atome wieder findet. Die detaillierte Analyse der PP und RPC Spektren offenbart target-spezifische Eigenschaften, aus denen sich Informationen zur Struktur und sogar zur Dynamik mit hoher Genauigkeit ableiten lassen. Als erste Anwendung der *PoP*-Methode haben wir die Ionisation beliebig orientierter  $\text{CO}_2$  and  $\text{N}_2$  - Moleküle untersucht. Dabei wurden *in situ*-Messungen der Gouy-Phasenverschiebung im Brennpunkt des  $\omega$ - $2\omega$  -Laserpulses durchgeführt. Schlussendlich erlaubt die *PoP*-Methode die Unterdrückung thermischer Anteile von  $\text{C}_{60}$ .

Interessenten sind herzlich eingeladen!

Prof. Dr. W. Vogel  
Promotionsbeauftragter