

MO 64: Quantum Control II

Zeit: Freitag 14:00–16:00

Raum: 6F

MO 64.1 Fr 14:00 6F

Darstellung ultrakurzer Laserpulse mittels von Neumann-Repräsentation — ●SUSANNE FECHNER¹, FRANK DIMLER¹, FLORIN BOARIU¹, TOBIAS BRIXNER¹, DAVID TANNOR² und GUSTAV GERBER¹ — ¹Physikalisches Institut, Universität Würzburg, Am Hubland, 97070 Würzburg — ²Department of Chemical Physics, Weizmann Institute of Science, 76100 Rehovot, Israel

Im Gegensatz zur üblichen Darstellung des elektrischen Feldes im Frequenz- oder im Zeitraum bieten Phasenraumdarstellungen die Möglichkeit, die spektralen und zeitlichen Eigenschaften ultrakurzer Laserimpulse simultan und auf intuitive Weise zu erfassen. Prominente Beispiele solcher Joint Time Frequency-Darstellungen sind die Wigner- und die Husimi-Repräsentation, die breite Anwendung in der aktuellen Forschung finden.

Die von uns untersuchte, auf von Neumann zurückgehende Phasenraumdarstellung erlaubt im Gegensatz zu den üblicherweise verwendeten eine vollständige Rekonstruktion des elektrischen Feldes bei gleichzeitigem Erhalt der intuitiven Interpretierbarkeit. Die in der von Neumann-Repräsentation verwendeten Basisfunktion sind um einen bestimmten Frequenz-Zeitpunkt zentrierte, gaussförmige Impulse, aus denen das elektrische Feld konstruiert werden kann.

Wir diskutieren den grundlegenden Formalismus anhand numerischer Beispiele und erklären, welche Frequenz- und Zeitaufösung in einer Phasenraumdarstellung prinzipiell erforderlich sind, um das elektrische Feld vollständig zu rekonstruieren.

MO 64.2 Fr 14:15 6F

The effect of multipulse envelope modulation by phase shaping on Pump-Probe spectroscopy — ●TIAGO BUCKUP¹, JÜRGEN HAUER¹, CARLES SERRAT² und MARCUS MOTZKUS¹ — ¹Physikalische Chemie, Philipps Universität Marburg, D-35032 Marburg, Germany — ²Departament de Física, Universitat Politècnica de Catalunya, 08222 Terrassa, Spain

The manipulation of wave packet phenomena plays a significant role in the field of coherent control, with applications reaching from atomic systems to biomolecules. Wave packet control is often achieved with sequences of phase locked pulses, usually generated with sinusoidal modulation in spatial light modulators. In this context, the period of the sinusoidal modulation defines the subpulse spacing and allows the filtering as well as the amplitude enhancement of molecular vibrations. In this work, we discuss the effect of the phase of the sinusoidal modulation on the envelope of the multipulse sequence and its consequences on pump-probe spectroscopy, particularly near zero delay between pump and probe pulses. We show that the multipulse envelope modulation stems from interference between the subpulses and is dependent on the phase of the individual subpulses. The effect is quantified in terms of the spectrum deviation from a Gaussian shape and is simulated numerically for different spectral shapes. Finally, the multipulse envelope modulation is simulated and measured in ultrafast transient absorption and four-wave mixing.

MO 64.3 Fr 14:30 6F

Selektive Bevölkerung bekleideter Zustände: Vermessung von Kontrolllandschaften durch „orthogonale“ Pulsparametrisierung — ●TIM BAYER, MATTHIAS WOLLENHAUPT, CHRISTIAN SARPE-TUDORAN, JUTTA MILDNER und THOMAS BAUMERT — Universität Kassel, Institut für Physik und CINSaT, Heinrich-Plett-Str. 40, D-34132 Kassel, Germany

Die selektive Bevölkerung bekleideter Zustände (SPODS) ist der Schlüssel zur Kontrolle von Quantensystemen in intensiven Laserfeldern. Um ein Verständnis grundlegender Mechanismen der SPODS-Realisierung zu entwickeln, untersuchen wir die *resonante* Starkfeldanregung des $4s \leftarrow 4p$ Übergangs in Kalium durch geformte Femtosekunden-Laserpulse. Photoelektronenspektren, gewonnen aus der simultan ablaufenden Ionisation der K-Atome, dienen als Nachweis der transienten Wechselwirkungsdynamik. Es zeigt sich, dass kontinuierlich veränderliche zeitliche Phasen ebenso wie diskrete Phasensprünge genutzt werden können, um Kontrolle auf die Besetzung der bekleideten Zustände auszuüben. Die damit verbundenen Pulsformen bzw. Kontrollmechanismen sind allerdings grundlegend verschieden, sodass die zugehörigen Kontrollparameter als „orthogonal“ aufgefasst werden können. Eine Pulsparametrisierung nach diesen beiden Me-

chanismen führt daher zu einer *sinnvollen* Reduzierung des Suchraumes und erlaubt es, dessen Kontrolltopologie zu vermessen. Wir präsentieren SPODS-Kontrolllandschaften, die auf der Grundlage einer solchen Parametrisierung gemessen wurden.

MO 64.4 Fr 14:45 6F

Characteristics of wavepacket evolution from quantum control landscapes — ●PHILIPP MARQUETAND¹, PATRICK NÜRNBERGER², GERHARD VOGT², TOBIAS BRIXNER², and VOLKER ENGEL¹ — ¹Institut für Physikalische Chemie, Universität Würzburg, Am Hubland, 97074 Würzburg — ²Physikalisches Institut, Universität Würzburg, Am Hubland, 97074 Würzburg

We are using shaped dump pulses to map the evolution of a wavepacket in an excited state. By systematic variation of selected pulse parameters, we monitor the efficiency for a transition to the groundstate. From the resulting two-dimensional fitness landscapes information on the wavepacket shape and the system under study can be deduced. Results from simplified model calculations are presented and first experiments on the retinal photoisomerization reaction in bacteriorhodopsin have been performed.

MO 64.5 Fr 15:00 6F

Calculation of 2D spectra of the FMO complex — ●BEN BRÜGGEMANN^{1,2}, PÄR KJELLBERG¹, and TONU PULLERITS¹ — ¹Chemical Physics, Lund University, Sweden — ²Institut für Physik, Humboldt Universität zu Berlin

We calculate 2D frequency resolved spectra for the FMO complex non-perturbatively in the field. This is possible due to the summation of the polarizations for a number of randomly placed complexes, each one excited with a phase related to its position. Since orientational averaging and energetic disorder can be included at the same time the additional computational effort is moderate. The low intensity spectra are compared with the experimental ones [1] and show good agreement.

The advantage of the presented method is that the intensity dependence of the 2D spectrum can be investigated, as well as the signal from higher order phase matched directions. Furthermore the inclusion of shaped laser pulses is easily possible.

[1] T. Brixner et al., Nature 434, 625 (2005).

MO 64.6 Fr 15:15 6F

Optimal Control of Multi-Photon Ionization of Rubidium Molecules in a MOT — ●F. WEISE¹, S. BIRKNER¹, A. MERLI¹, S. M. WEBER¹, F. SAUER¹, L. WÖSTE¹, A. LINDINGER¹, W. SALZMANN², T. G. MULLINS², J. ENG², M. ALBERT², R. WESTER², and M. WEIDEMÜLLER² — ¹Freie Universität Berlin — ²Universität Freiburg

In the recent years the processes in ultra-cold atomic ensembles have been extensively studied and many fascinating effects have been discovered. Expanding these investigations to molecules is a further logical step to gain knowledge about fundamental quantum dynamics and is a highly discussed topic in theory [1].

We apply optimal control techniques and shaped femtosecond laser pulses to investigate ultra-cold molecules in a magneto-optical trap [2]. In the presented experiment the multi-photon ionization of rubidium dimers is optimized and the resulting optimal pulse exhibits two frequency bands in the spectrum. Further investigation of those bands provides information about the ionization process and the involved electronic states.

This successful implementation of coherent control on ultra-cold molecules opens the pathway to new prospects.

[1] C.P. Koch, R. Kosloff and F. Masnou-Seeuws, Phys. Rev. A, 73,043409, 2006.

[2] W. Salzmann et. al., Phys. Rev. A, 73, 023414, 2006.

MO 64.7 Fr 15:30 6F

Molecular quantum computing with vibrational qubits in MnBr(CO)₅ — BRIGITTE SCHNEIDER¹, ●ULRIKE TROPFMAN², KARL KOMPA¹, and REGINA DE VIVIE-RIEDLE² — ¹MPI für Quantenoptik, Hans-Kopfermann-Str. 1, 85748 Garching — ²LMU Department Chemie, Butenandt-Str. 11, 81377 München

We use Manganese-pentacarbonyl-bromide [MnBr(CO)₅] as a proces-

sor unit for quantum computing¹. The qubits encoded in two strong IR-active vibrational normal modes are operated by laser pulses in the femto- to picosecond range. Different logical operations are achieved by special pulse shapes optimized via Optimal Control Theory (OCT). For the universal sets of elementary global quantum gates simply structured pulses with low energies about $1 \mu\text{J}$ and high switching efficiencies above 99% are obtained. With regard to experimental realization the molecule is immobilized in a siliconoxide structure (MFI zeolite). Environmental interactions and other side effects influencing the controllability of the molecule are discussed.

¹B. M. R. Korff, U. Troppmann, K. L. Kompa and R. de Vivie-Riedle,

JCP 123 (2005) 244509

MO 64.8 Fr 15:45 6F

A compact molecular interferometer for surface science and nanotechnology — ●ANDRÁS MAJOR and MARKUS ARNDT — Fakultät für Physik, Universität Wien, Boltzmanngasse 5, A-1090 Wien

We present the first results obtained from our new Talbot-Lau interferometer that uses the screen method for detection. This work discusses the new possibilities of the novel set-up and also outlines potential applications such as nanopatterning and quantum information.