

Aufbau eines Velocity-Map-Imaging-Spektrometers und winkelaufgelöste Spektroskopie an Rubidium-dotierten Helium-Nanotröpfchen

Lutz Fechner

Helium-Nanotröpfchen, große Heliumcluster bestehend aus 1000 und mehr Atomen, besitzen eine Temperatur von etwa 380 mK, sind chemisch inert, suprafluid und transparent für infrarotes, sichtbares und sogar UV-Licht. Darüber hinaus sind sie in der Lage, etwa Atome oder Moleküle in sich aufzunehmen. Ihre Wechselwirkung mit diesen Dotanten ist vergleichsweise gering, weshalb sie in vielerlei Hinsicht eine „ideale Matrix“ für Spektroskopieanwendungen darstellen.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde zunächst ein sog. Velocity-Map-Imaging-Spektrometer speziell für die winkelaufgelöste Photoelektronenspektroskopie an dotierten Helium-Nanotröpfchen konzipiert und aufgebaut. Ein VMI-Spektrometer ermöglicht die Untersuchung der Geschwindigkeitsverteilung bzw. der kinetischen Energie geladener Teilchen, die typischerweise durch Photoionisation in einem begrenzten Raumvolumen erzeugt werden. Die Arbeit umfasst Simulationen des Spektrometers und darauf basierende Optimierungen, die technische Konstruktion und die Erstellung einer Software zur Aufnahme und Echtzeit-Analyse der vom Detektor gelieferten Signale.

Die anschließend erstmals durchgeführten Messungen an einfach Rubidium-dotierten Helium-Nanotröpfchen, dem System RbHe_N , belegen über die ermittelten kinetischen Energien der Photoelektronen eine extrem blauverstimmte Anregung tiefer liegender elektronischer Zustände der Rubidiumatome auf den Tröpfchen. Entsprechende Messungen an den Rb^+ -Ionen bzw. ionisierten Exziplezen der Form $(\text{Rb}^*\text{He}_n)^+$ ($n = 1, 2, \dots$) lassen auf eine extrem schnelle Desorption der angeregten, zu diesem Zeitpunkt noch neutralen Teilchen schließen. Erst danach, weitab des Tröpfchens, findet die Ionisation durch den selben Laserpuls statt.

Zukünftig wird das neue Spektrometer in der Arbeitsgruppe *Molekül und Nanophysik* in Freiburg im Rahmen des Femtosekunden-Projekts zur zeitaufgelösten Messung molekularer Dynamik eingesetzt werden. Die Untersuchung der an Helium-Nanotröpfchen gekoppelten Systeme gewährt einen tiefen Einblick in fundamentale quantendynamische Prozesse wie etwa tröpfcheninduzierte Dekohärenz. Das VMI-Spektrometer wird bei diesen Experimenten ein überaus flexibles Instrument darstellen, mit dem winkel- und energieaufgelöst sowohl Elektronen als auch, später zusätzlich massenaufgelöst, Ionen und ionisierte Exziplexe beobachtet werden können.