Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät

Institut für Physik

Fachgebiet: *Experimentalphysik*

Betreuer: Prof. Dr. Stefan Lochbrunner, Prof. Dr. Tobias Korn

Tim Völzer

(E-mail: tim.voelzer@uni-rostock.de)

Ultrafast Dynamics in Transition Metal Dichalcogenides and their Hybrid Structures

Deutsche Zusammenfassung

Die Materialklasse der Übergangsmetall-Dichalkogenide (TMDCs) zeichnet sich durch eine schichtartige Kristallstruktur auf atomarer Ebene aus. Diese ermöglicht die Präparation quasi-zweidimensionaler, sogenannter Monolagen mit einer Dicke von nur drei Atomen. Hier ändert sich die Physik drastisch gegenüber dicken Kristallen, was das Interesse der Grundlagenforschung sowie für Anwendungen in der Elektronik weckt. Daher untersucht diese Arbeit mithilfe von zeitaufgelöster Laserspektroskopie die Dynamik, nachdem Licht durch die Elektronen des Systems absorbiert wird. Dabei kamen folgende Prozesse zum Vorschein: Erstens regen ausreichend kurze Laserpulse zusätzlich das Kristallgitter zu synchronen Schwingungen an. Zweitens wird ein Teil der absorbierten Energie in mehreren Schritten von den Elektronen zu den Gitteratomen umverteilt. Zuletzt kehren die Elektronen in ihren ursprünglichen Grundzustand zurück, wobei die Rate dieses Prozesses sich stark zwischen Monolagen und dicken Kristallen unterscheidet. Außerdem zeigen sich in der hybriden Kombination aus TMDCs und Farbstoffmolekülen Anzeichen für eine schnelle und effiziente Trennung elektrischer Ladungen, die man z.B. für Solarzellen ausnutzen kann.

Englisch Zusammenfassung

The material class of transition metal dichalcogenides (TMDCs) is characterized by a layered crystal lattice structure on the atomic scale. This facilitates the preparation of quasi-two-dimensional, so-called monolayers that are only three atoms thick. Here, the physics change drastically compared to thick TMDC crystals, fueling the interest of fundamental science as well as for application in electronic devices. Therefore, this thesis employs time-resolved laser spectroscopy to investigate the dynamics after light absorption by the electrons of the TMDC. We unravel the following processes: First, sufficiently short laser pulses additionally trigger a synchronous motion of the lattice. Afterwards, a part of the absorbed energy is redistributed from the electrons to the lattice atoms in multiple distinct steps. Finally, the electrons return into their original ground state, with the rate of this processes differing drastically between the monolayers and a thick crystal. On top, in the hybrid combination of TMDCs with dye molecules, we find indications for a fast and efficient separation of electric charges that can be exploited in solar cells.