

Januar 2021

## Bachelorarbeit: Optische Ultrakurzzeitspektroskopie an 2D Heterostrukturen

**Motivation:** Die zweidimensionalen (2D) Halbleiter aus der Familie der Übergangsmetaldichalcogenide ( $\text{MX}_2$ , wobei  $\text{M}=\text{Mo}/\text{W}$  und  $\text{X}=\text{S}/\text{Se}$ ) besitzen eine Fülle höchst interessanter und einzigartiger Eigenschaften. Hierzu gehört deren elektronische Struktur, welche zwei unterschiedliche Minima und Maxima („valleys“) der Valenz- und Leitungsbänder aufweist. Übergänge in den ungleichen valleys können optisch selektiv angeregt und ausgelesen werden. Zudem existieren Vielteilchenzustände, so wie Exzitonen, mit extrem hohen Bindungsenergien. Dies macht diese Materialien gleichermaßen interessant für neuartige opto-elektronische Anwendung sowie für Grundlagenexperimente.

Darüber hinaus lassen sich 2D Materialien zu vertikalen Strukturen stapeln, wodurch eine Reihe neuer Eigenschaften erzeugt werden können. Besonders interessant sind Heterostrukturen mit kleinen Verdrehwinkeln, da hier periodische Überstrukturen (moiré-Strukturen) entstehen (siehe Fig. 1a). In diesem Projekt sollen verdrehte Heterostrukturen mittels optischer Spektroskopie und ultrakurzzeit Spektroskopie untersucht werden, die Aufschluss über exzitonische Eigenschaften in diesen Heterostrukturen sowie über Ladungsträgerseparation geben.

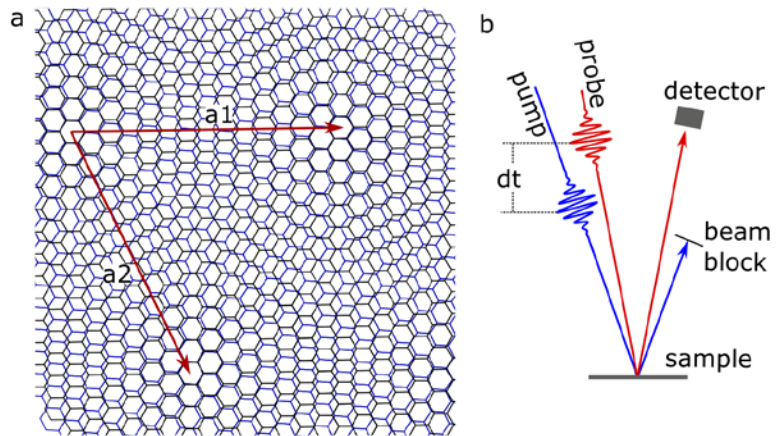


Abbildung 1: a) Moiré-Struktur in verdrehten (hexagonalen) Doppellagen von 2D Materialien. b) Prinzip der optischen Ultrakurzzeitspektroskopie: Ein Puls (pump) erzeugt eine Anregung in der Probe, ein zweiter Puls (probe) trifft mit Verzögerung  $dt$  ein. Die Veränderung der Reflektion wird als Funktion von  $dt$  gemessen.

**Ziel der Arbeit:** Ziel dieser Bachelorarbeit ist es die Dynamik von exzitonischen Zuständen in verdrehten Heterostrukturen mithilfe zeitaufgelöster optischer Spektroskopie zu untersuchen.

**Ihre Aufgabe:** Ihre Aufgabe umfasst zunächst Herstellung von Proben durch Exfolieren von 2D Kristallen. Die Fertigung der Proben werden in unseren Laboren, inklusive eines Reinraumlabor, vorgenommen. Für die optischen Messungen steht ein Laserlabor zur Verfügung, in dem Sie Ihre Proben vermessen werden. In diesem Projekt können Sie außerdem Ihre Kenntnisse in folgenden Themen erweitern

- Arbeiten mit modernsten Halbleiterfertigungstechnologien in Reinraumforschungseinrichtungen
- Verständnis verschiedener optischer Spektroskopischer Messtechniken
- Betrieb und Verständnis von Vakuum- und Niedrigtemperaturaufbauten ( $\sim 10$  K)
- Vertiefung des Verständnisses der grundlegenden Physik elektronischer Bandstrukturen, 2D Materialien und Physik von Exzitonischen Zuständen

Darüber hinaus nehmen Sie an Gruppenseminaren und Journal-Clubs teil, um aktuelle Entwicklungen in diesem Forschungsgebiet zu diskutieren.

**Kontakt:** Für weitere Informationen wenden Sie sich bitte an Lutz Waldecker ([waldecker@physik.rwth-aachen.de](mailto:waldecker@physik.rwth-aachen.de)). Mehr Information zu unserer Arbeit können Sie auch unter [www.stampferlab.org](http://www.stampferlab.org) finden.