FÜ 1: Dünne Schichten und Grenzflächen (AG Prof. Joachim Wollschläger)

Im Zuge der fortschreitenden Miniaturisierung in der Halbleiterindustrie werden neue Verfahren und Materialien zur Herstellung von Bauteilen und Schaltungsstrukturen immer wichtiger. Die dafür essentiell wichtige Grundlagenforschung wird im universitären Bereich in der Physik und hier speziell in der Oberflächenphysik durchgeführt.

In Ultrahochvakuumkammern werden verschiedene Materialien, die neue oder verbesserte Eigenschaften aufweisen, auf Metall- oder Halbleitersubstrate aufgedampft, und deren Wachstum sowie die sich ergebenden Strukturen untersucht. Eines der hierbei verwendeten Verfahren ist die Beugung langsamer Elektronen (LEED) im Energiebereich zwischen 40eV und 200eV. Damit lassen sich Veränderungen der Morphologie, die durch Variation der Präparationsparameter hervorgerufen werden, während des Aufdampfprozesses qualitativ und quantitativ nachweisen.

Die Laborführung umfasst eine kurze Einführung in die Ultrahochvakuumtechnik und die verwendeten Messverfahren. Danach wird mithilfe des LEEDs an einer UHV-Kammer eine Messung an einem Siliziumkristall vorgenommen.

FÜ 2: Elektronischer Transport (AG Dr. Carola Meyer) und Quantenspintronik (AG Prof. Wolfgang Harneit)

Elektronischer Transport: Eine große Schwierigkeit bei der weiteren Miniaturisierung von elektronischen Bauelementen in der Halbleiterindustrie ist die Wärme, die durch den Stromtransport entsteht. Kohlenstoffnanoröhren können hier Abhilfe schaffen, da sie durch ihre chemische Stabilität hohe Stromdichten tragen können und noch dazu über hervorragende Eigenschaften in Strom- und Wärmetransport verfügen. Des Weiteren sind sie biokompatibel und sind daher interessant für die Biosensorik. Die eindimensionale Struktur von Kohlenstoffnanoröhren ermöglicht die Erforschung von eindimensionalen Spinketten und Spinventilen zur quantenmechanischen Informationsverarbeitung.

Wir untersuchen in unserer Arbeitsgruppe Kohlenstoffnanoröhren, die mit Molekülen funktionalisiert wurden. Dabei interessieren wir uns besonders für molekulare Wechselwirkungen mit dem Ziel Spin und molekulare Dynamik von magnetischen und biologischen Molekülen zu verstehen.

In der Laborführung wird gezeigt, wie die wenige 100 nm kleinen Kontaktstrukturen mit Lithographie hergestellt und elektronisch vermessen werden.

Quantenspintronik: Zur vollständigen Beschreibung von Quantenobjekten – wie Elektronen oder Atomkernen – benötigt man neben deren Masse und elektrischer Ladung einen weiteren Parameter: den Spin. Dieser lässt sich formal als Drehimpuls beschreiben und ist mit einem magnetischen Moment

verknüpft. Dessen Wechselwirkung sowohl mit von außen angelegten als auch in der Probe gegebenen Magnetfeldern bildet die Grundlage experimenteller Verfahren, um weitreichende Aussagen über die Struktur und die Zusammensetzung der Probe zu treffen. Diese Methode heißt Magnetresonanzspektroskopie und sie findet zum Beispiel in der medizinischen Bildgebung fruchtbare Anwendung (MRT).

Unsere Arbeitsgruppe verwendet - anders als die sonst übliche Herangehensweise – eine bestimmte Fehlstelle im Kristallgitter von Diamanten (NV^--Zentrum), die ebenfalls einen resultierenden Spin besitzt und damit als ein nahezu atomar kleiner Sensor angesehen werden kann, der mittels eines Lasers ausgelesen wird. Es ist dann möglich, auch Magnetfelder einzelner Atome zu detektieren. Spezielle Moleküle, sogenannte endohedrale Fullerene, die in die Nähe des NV^--Zentrums gebracht werden, könnten zudem als Quantenbit Einsatz finden. Dazu forschen wir und möchten Euch gerne Einblick in diese Arbeit geben.

In unserer Laborführung möchten wir Euch deshalb sowohl die experimentellen Aufbauten zeigen als auch die theoretischen Hintergründe näher erläutern.

FÜ 3: Physik niedrigdimensionaler Materialien (AG Dr. Laura Vittadello)

Die Gruppe "Physik niedrigdimensionaler Materialien" befasst sich mit dem lichtinduzierten Verhalten oxidischer Materialien ($LiNbO_3$, $KNbO_3$, $NaNbO_3$ usw.) auf der Nanoskala und mit der Entwicklung neuer nichtlinearer Mikroskopie-Techniken.
Harmonische Nanokristalle basieren auf Materialien wie $LiNbO_3$ oder $KNbO_3$. Dank fehlender Inversionssymmetrie der Kristallstruktur zeigen sie verschiedene nichtlineare Effekte wie die Erzeugung der zweiten und dritten Harmonischen sowie von Summen- und Differenzfrequenzen. Die Möglichkeit, ihre Größe bis in den Nanobereich zu verringern, eröffnet neue faszinierende physikalische Effekte und Anwendungen. Unsere Forschung konzentriert sich auf ihre bio-orientierten Anwendungen als nichtlineare Marker, denn sie eignen sich sehr gut für die Tiefenbildgebung in vivo.

Die Laborführung führt in den international bedeutsamen Forschungsbau „Center of Cellular Nanoanalytics“ (CellNanOs). In dem bundesweit einmaligen interdisziplinären Zentrum für zelluläre Nanoanalytik sollen neue Ansätze der modernen Zellbiologie realisiert werden. Wissenschaftler aus über 30 Arbeitsgruppen verschiedener Bereiche der Naturwissenschaften und Mathematik forschen dort mithilfe modernster Technik.

FÜ 4: NanoScience (AG Prof. Michael Reichling)

Bei der Untersuchung von Nanostrukturen wird die Rasterkraftmikroskopie eingesetzt. Dabei werden Wechselwirkungskräfte zur Abbildung atomarer Strukturen ausgenutzt wie z. B. die anziehenden van-der-Waals-Kräfte oder die abstoßenden Coulombschen Wechselwirkungskräfte. Wird ein schwingender Biegebalken mit scharfer Spitze in die Nähe einer Probenoberfläche gebracht, führt diese Kraftwirkung zwischen Spitze und Probe zu einer Änderung der Resonanzfrequenz. Aus der Änderung der Schwingungsfrequenz kann auf Art und Stärke der Wechselwirkung zurückgeschlossen und so ein Bild der Oberfläche erstellt werden. Weiterhin ist es möglich, Oberflächen mit der Spitze punktgenau zu manipulieren.

In der Laborführung wird die Technik der Rasterkraftmikroskopie erläutert sowie ein Einblick in die Forschungsarbeit am Rasterkraftmikroskop gegeben.

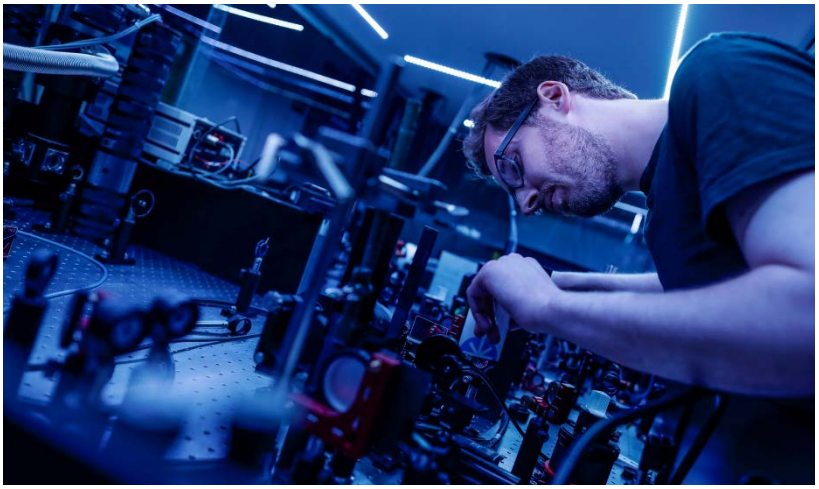
FÜ 5: Ultrakurzzeitphysik (AG Prof. Mirco Imlau)

Optische Technologien, wie DVD-Player, LCD-Displays, Laserpointer, Leuchtdioden u.v.m. sind in unseren Alltag sehr verbreitet. Diese Technologien nutzen eine Reihe physikalischer Phänomene, die speziell in optischen Materialien wie beispielsweise in Gläsern, Kristallen und Flüssigkristallen oder Polymeren, beobachtet werden. Im Hinblick auf neue optische Technologien werden in unseren Laboratorien verschiedene - meist noch unverstandene - physikalische Phänomene in optischen Materialien und die optischen Eigenschaften der Materialien selbst untersucht.

Die Laborführung beginnt mit einer kurzen Einführung in die Welt der optischen Technologien. Die experimentelle Vorgehensweise bei der Erforschung neuer Phänomene wird in unseren Laser-Laboratorien an verschiedenen Aufbauten demonstriert. Im Mittelpunkt der Führung stehen optische Materialien für Hochleistungslasersysteme, für holographische Massenspeicher, für Telekommunikationsanwendungen, für Weißlicht-Leuchtdioden, aber auch für leistungsstarke CPUs der nächsten Generation.

FÜ 6: Transport und Relaxation in Vielteilchensystemen (AG Prof. Robin Steinigeweg)

In der modernen theoretischen Physik spielen neben fortgeschrittenen Konzepten und mathematisch-analytischen Zugängen auch numerische Simulationen eine zentrale Rolle, um Voraussagen auf den Prüfstand zu stellen oder um Voraussagen überhaupt tätigen zu können.

Die Komplexität der betrachteten Modelle erfordert oftmals den Einsatz von Rechenkapazitäten, die deutlich über die Möglichkeiten von Smartphones, Tablets, Laptops und High-End-Gaming-PCs hinausgehen. Daher werden Cluster und Supercomputer eingesetzt, die sich in Rechenzentren befinden.

Die Laborführung "Theoretische Physik" ist eine Führung durch das Rechenzentrum der Universität Osnabrück und bietet einen Überblick über die eingesetzte Hardware. Der Kontakt mit fortgeschrittenen Konzepten und mathematisch-analytischen Zugängen findet im Rahmen des Bachelorstudiums statt und erfordert Inhalte, die noch nicht in der Schule vorgekommen sind.