Universität Rostock
Traditio et Innovatio

INSTITUT FÜR PHYSIK

Promotionskolloquium

Herr Paul Leonhard Weinbrenner

(Experimentalphysik, AG Prof. Dr. Reinhard)

“Nanoscale Sensing With Near-Surface Optical Emitters”

Freitag I 16.10.2026 I 15:15 Uhr I HS1 I Hybrid-Veranstaltung

Abstract

Certain optical emitters, such as single molecules or atom-sized defects in crystals, can act as sensors that measure physical quantities like magnetic fields with nanoscale resolution. This thesis advances such nanosensors on three fronts. First, a new scanning probe technique is demonstrated, in which a flat diamond probe containing multiple nitrogen-vacancy (NV) centers serves as a magnetometer. It maps the vector magnetic field of magnetic vortices with a resolution below 100 nm. Second, efficient optical readout, which is crucial for the sensitivity of optical nanosensors, is studied. Modeling and quantitative measurements of the light emitted by near-surface NV centers reveal that the flat diamond surface acts as an antenna, funneling the light and enabling highly efficient photon collection. Finally, a simple method is introduced to deposit organic dye molecules onto atomically flat hexagonal boron nitride, where they form layers aligned with the crystal lattice. This paves the way toward single-molecule sensors, protected by encapsulation and located within a nanometer of the sample.

Zusammenfassung

Bestimmte optische Emitter, wie einzelne Moleküle oder atomare Defekte in Kristallen, können als Sensoren physikalische Größen wie Magnetfelder mit nanoskaliger Auflösung messen. Diese Arbeit entwickelt solche Nanosensoren in drei Richtungen weiter. Erstens wird eine neue Rastersondentechnik demonstriert, bei der eine flache Diamantsonde mit mehreren Stickstoff-Fehlstellen-Zentren (NV-Zentren) als Magnetometer dient. Damit wird das vektorielle Magnetfeld magnetischer Wirbel mit einer Auflösung unter 100 nm abgebildet. Zweitens wird die effiziente optische Auslese untersucht, die für die Empfindlichkeit optischer Nanosensoren entscheidend ist. Modellierung und quantitative Messungen der Emission oberflächennaher NV-Zentren zeigen, dass die planare Diamantoberfläche als Antenne wirkt, die das Licht bündelt und eine hocheffiziente Photonensammlung ermöglicht. Schließlich wird eine einfache Methode vorgestellt, um organische Farbstoffmoleküle auf atomar flachem hexagonalem Bornitrid abzuscheiden, wo sie am Kristallgitter ausgerichtete Schichten bilden. Dies ebnet den Weg für eingekapselte Einzelmolekülsensoren, die sich weniger als einen Nanometer von der Probe entfernt befinden.

Alle Interessenten sind herzlich eingeladen!

Die Zugangsdaten für eine Online-Teilnahme werden auf Anfrage mitgeteilt. Dazu melden Sie sich bitte bis 15.10.2026 bei verteidigungen.physik@uni-rostock.de.