



Laboratorium für
Nano- und Quantenengineering



Leibniz
Universität
Hannover

Laboratorium für Nano- und Quantenengineering



Laboratorium für Nano- und Quantenengineering

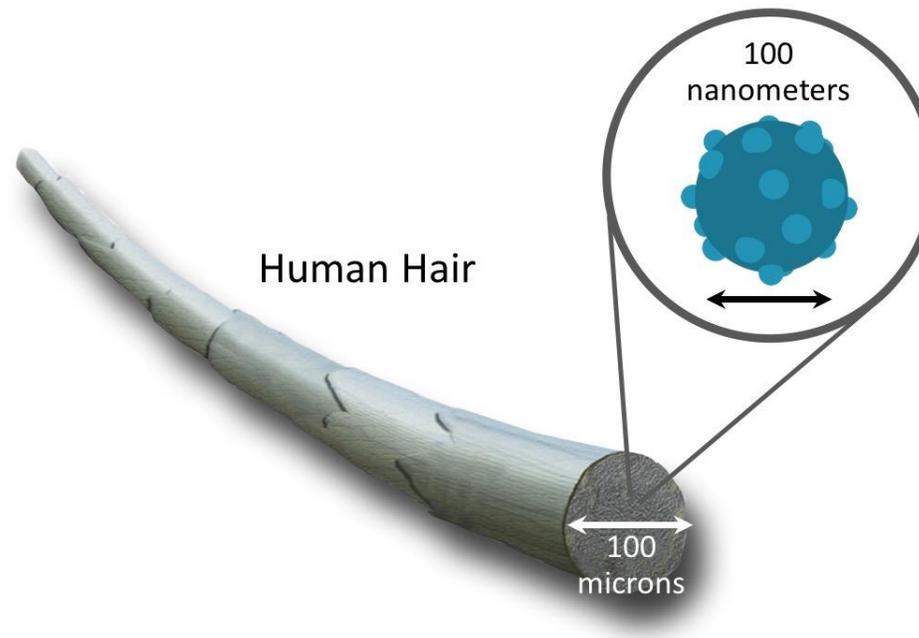
Interdisziplinäres Forschungszentrum der Leibniz Universität Hannover auf dem Gebiet Nanotechnologie

- Gemeinsame Forschung von über 30 Arbeitsgruppen:
Chemie, Physik und Ingenieurwesen
- Studiengang **B. Sc. + M. Sc. Nanotechnologie** mit 300 Studierenden
- Promotionsprogramm *Hannover School for Nanotechnology*
- Forschungsbau mit Laboren, Büros und 409 qm Reinraum



Nanotechnologie

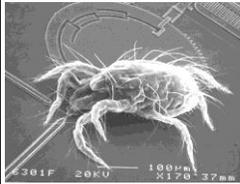
- „nano“: griechisch, „Zwerg“ oder „zwerghaft“
- Kleiner 100 Nanometer
- Neue Funktionalitäten



Quelle: Massachusetts Institute of Technology, USA



Things Natural

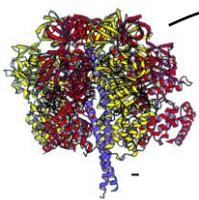
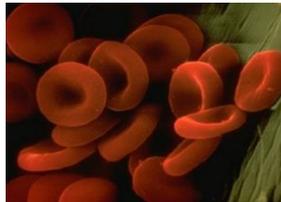


Dust mite
200 μm

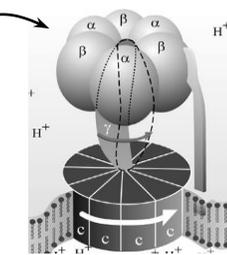


Human hair
~ 60-120 μm wide

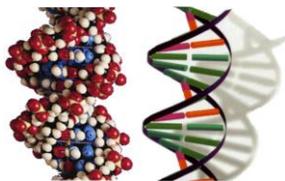
Red blood cells
(~7-8 μm)



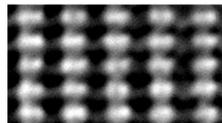
~10 nm diameter



ATP synthase



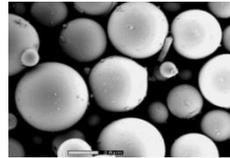
DNA
~2-1/2 nm diameter



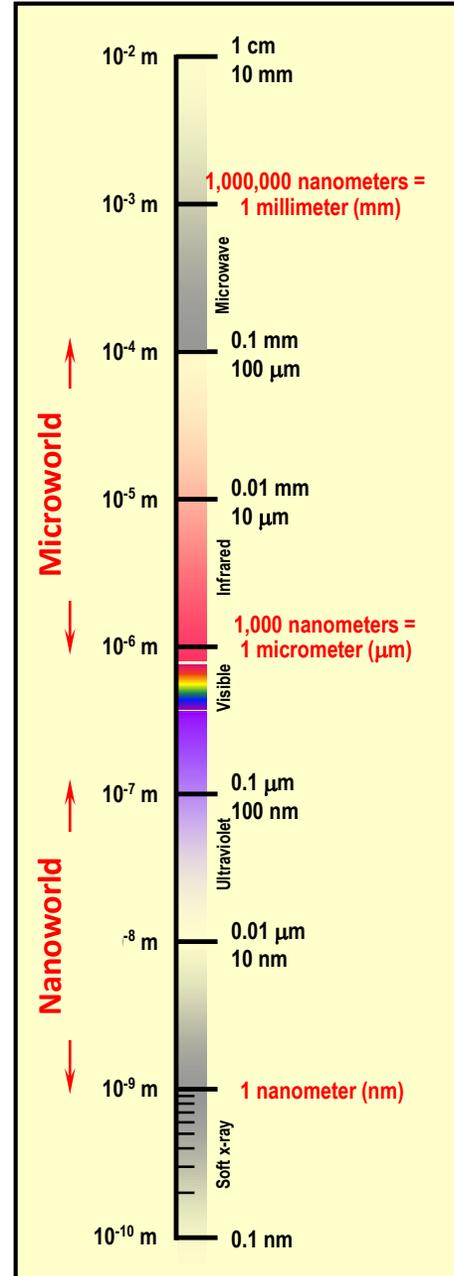
Atoms of silicon
spacing 0.078 nm



Ant
~ 5 mm



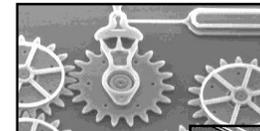
Fly ash
~ 10-20 μm



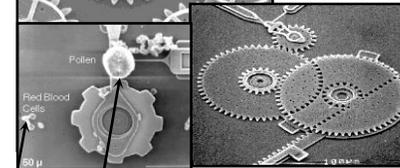
Things Manmade



Head of a pin
1-2 mm

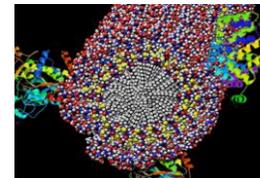
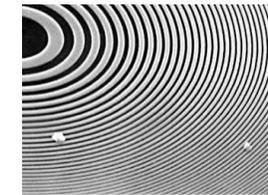


MicroElectroMechanical (MEMS) devices
10 -100 μm wide

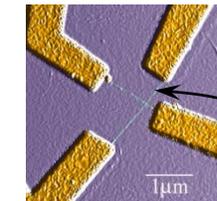


Pollen grain
Red blood cells

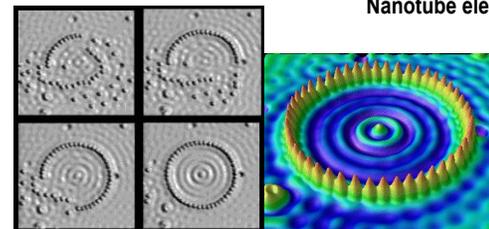
Zone plate x-ray "lens"
Outer ring spacing ~35 nm



Self-assembled,
Nature-inspired structure
Many 10s of nm



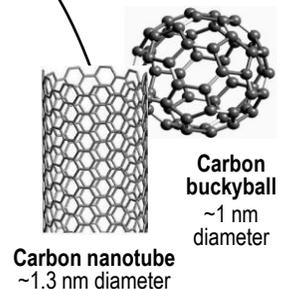
Nanotube electrode



Quantum corral of 48 iron atoms on copper surface
positioned one at a time with an STM tip
Corral diameter 14 nm

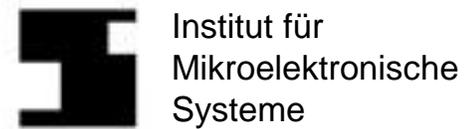
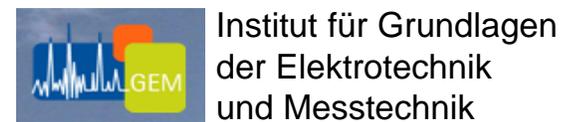
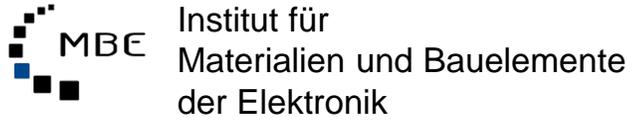
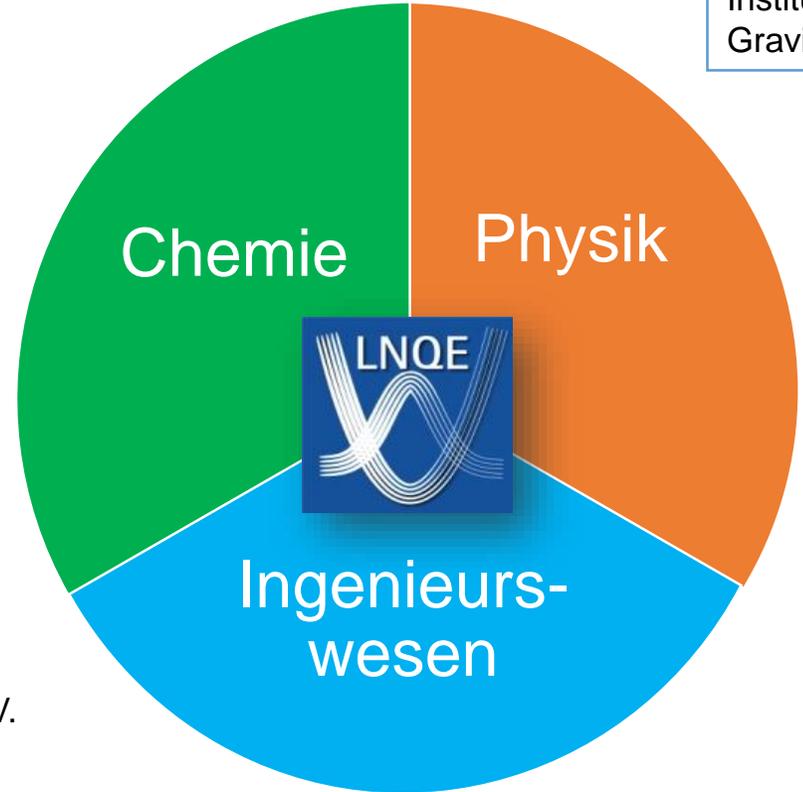
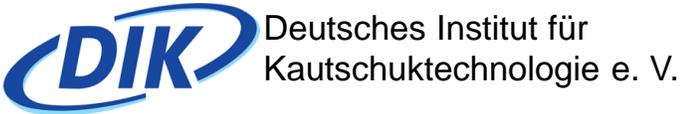
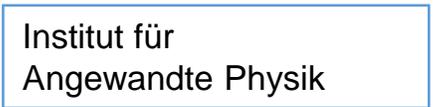
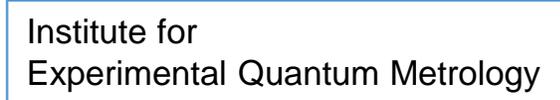
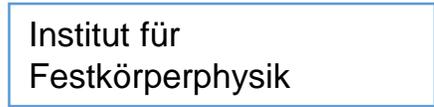
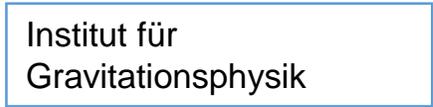
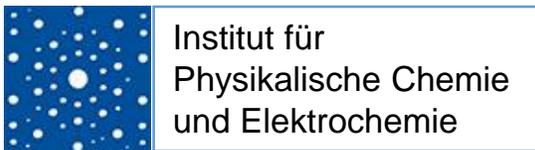
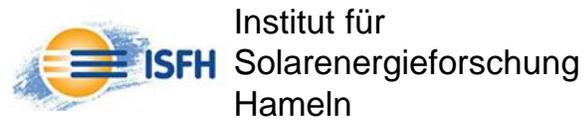
The Challenge

Fabricate and combine nanoscale building blocks to make useful devices, e.g., a photosynthetic reaction center with integral semiconductor storage.



Carbon nanotube
~1.3 nm diameter

Carbon buckyball
~1 nm diameter



Ausbildung in der Nanotechnologie

Promotion

*Hannover School for
Nanotechnology*

Niedersächsisches Promotionsprogramm des LNQE

Master of Science

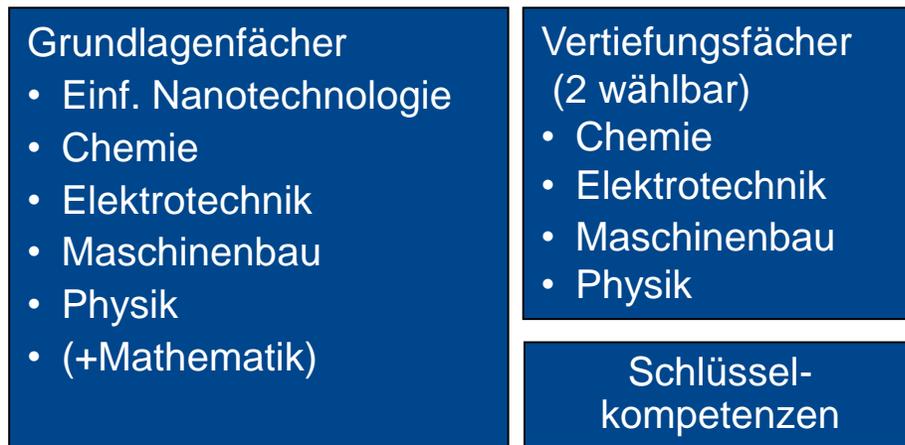
Vom LNQE initiiertes interdisziplinäres Studiengang
„Nanotechnologie“ seit Wintersemester 2008/09

Bachelor of Science

Kernfächer: Chemie, Elektrotechnik, Maschinenbau
und Physik

Studiengang Nanotechnologie

Bachelor of Science



Fachpraktikum

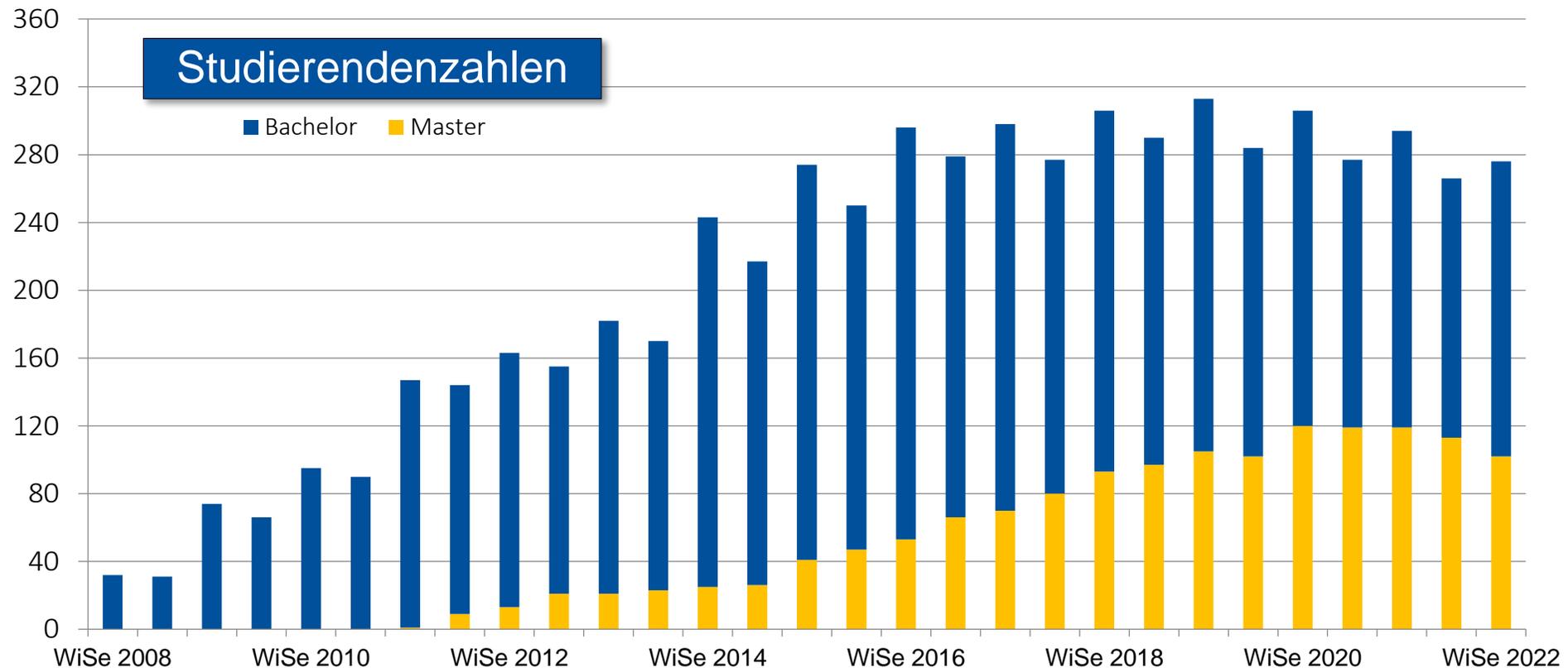
Bachelorarbeit

Master of Science



- Vom LNQE initiiertes Interdisziplinäres Studiengang
- Kernfächer: Chemie, Elektrotechnik, Maschinenbau und Physik

Studiengang Nanotechnologie

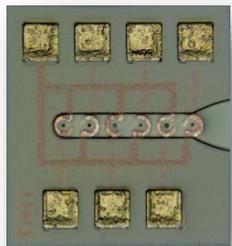
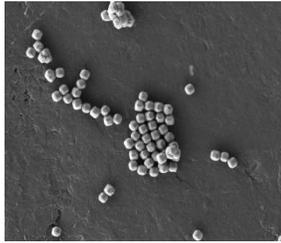


Abschlüsse 2022: B. Sc. : 23 M. Sc. : 37

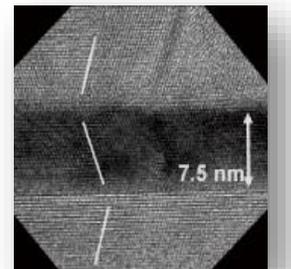
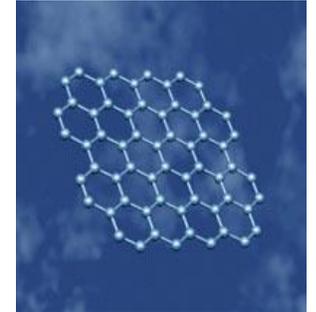
Frauenanteil: 26 %

*Leibniz Qualität in der Lehre
Siegel erfolgreich erhalten!*

Hannover School for Nanotechnology (hsn)

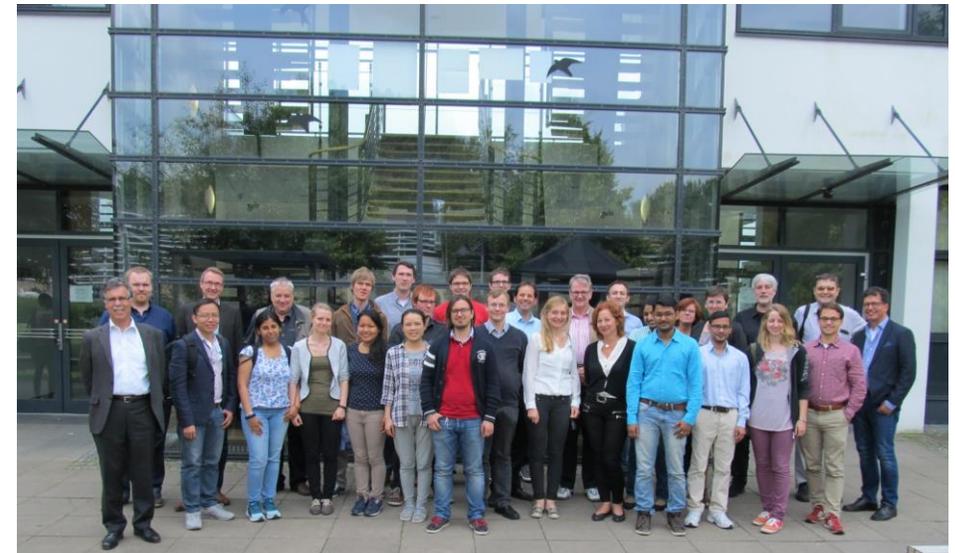


- Niedersächsisches Promotionsprogramm des LNQE der Leibniz Universität Hannover zusammen mit der Hochschule Hannover
- Interdisziplinäre Ausbildung von jungen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern auf dem hochaktuellen Gebiet der Nanotechnologie
- Die hsn-sensors hat sich zum Ziel gesetzt, in exzellenten Forschungsprojekten mit möglichst kurzer Promotionsdauer eine hervorragende Ausbildung ohne Qualitätsverlust zu ermöglichen
- Maßgeschneidertes Lehrangebot
- Betreuung mit Supervisor + Co-Supervisor



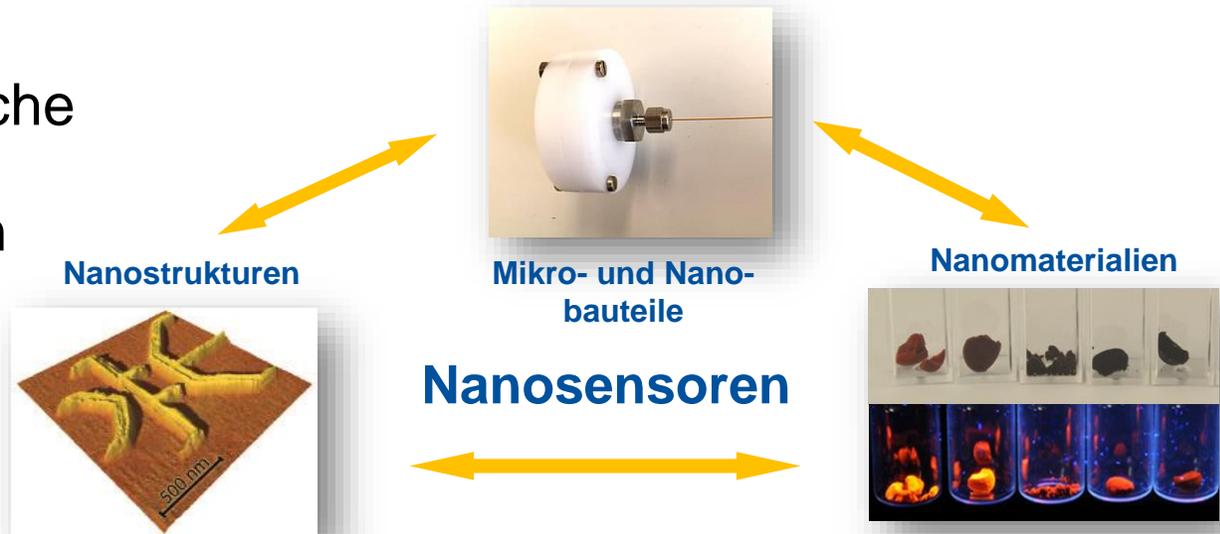
Promotionsprogramm “*Hannover School for Nanotechnology*” Section *hsn–energy* (2012 – 2016)

- PhD-Programm für 15 Doktorandinnen und Doktoranden mit einem Georg-Christoph-Lichtenberg-Stipendium + weitere Studierenden aus den Arbeitsgruppen
- Fokus auf Nanotechnologie für Energieforschung: Nanomaterialien und Nanoengineering für Energiewandlung, Energiespeicherung oder Energietransport
- 159 Bewerbungen aus 28 verschiedenen Ländern
- Förderung: MWK mit 1.000.000 Euro



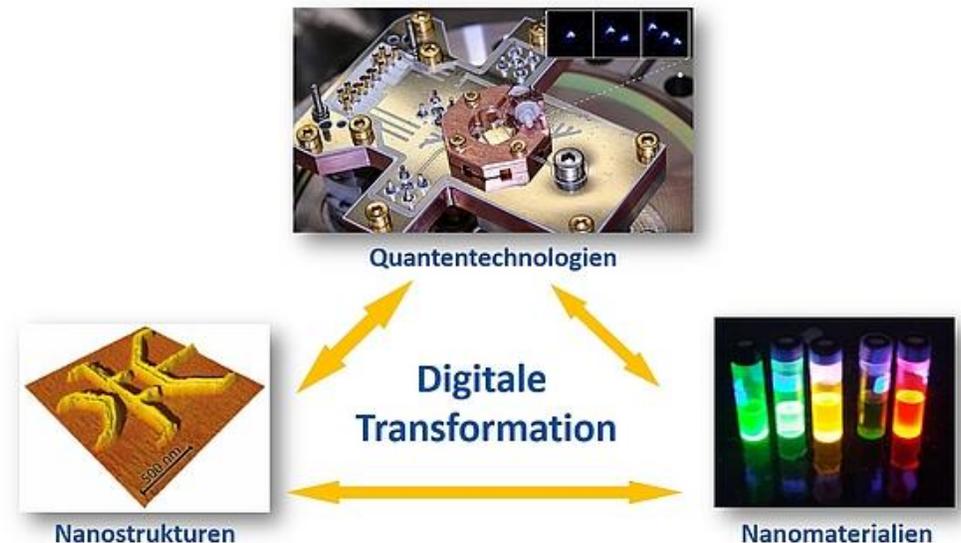
Promotionsprogramm “*Hannover School for Nanotechnology*” Section *hsn-sensors* (2016 – 2020)

- PhD-Programm für 12 Doktorandinnen und Doktoranden mit einem Georg-Christoph-Lichtenberg-Stipendium + weitere Studierenden aus den Arbeitsgruppen
- Fokus auf Nanotechnologie für Sensorik: Sensoren mit nanoskaligen Oberflächen, Sensoren, die Informationen aus der nanoskopischen Welt in die makroskopische Welt übertragen und Sensoren, die Nanoeffekte als Sensorprinzip verwenden
- 301 Bewerbungen aus 50 verschiedenen Ländern
- Förderung: MWK mit 800.000 Euro



Promotionsprogramm “*Hannover School for Nanotechnology*” Section *hsn-digital* (2019 – 2024)

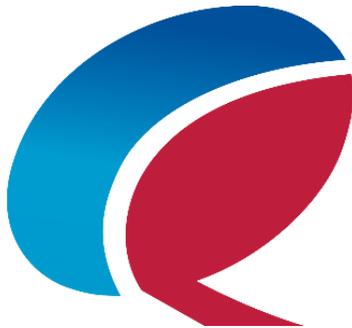
- PhD-Programm für 15 Doktorandinnen und Doktoranden mit einem Georg-Christoph-Lichtenberg-Stipendium + weitere Studierenden aus den Arbeitsgruppen
- Fokus auf Nanotechnologie für Digitalisierung: Nanomaterialien und Quantentechnologien für die Digitale Transformation
- 170 Bewerbungen aus 33 verschiedenen Ländern
- Förderung: MWK mit 1.000.000 Euro



Integration des LNQE in die Exzellenzstrategie

- Mitglieder des LNQE sind in allen drei Exzellenzclustern der LUH als führende Wissenschaftlerinnen und wissenschaftler vertreten:

QuantumFrontiers
(7 PIs)



PhoenixD
(4 PIs)



Hearing4all 2.0
(2 PIs)



LNQE-Forschungsbau



LNQE-Forschungsbau

- 05/2007: Der 14 Mio. Euro LNQE-Neubau wird als *Forschungsbau* (nach Artikel 91b des Grundgesetzes) gefördert.
- Ranking des Wissenschaftsrates:
Platz 5 von 22 Anträgen
- 11/2009: Eröffnung
- Erster Forschungsbau an der Leibniz Universität Hannover



LNQE-Forschungsbau



- Flächen:
 - Forschungsreinraum 409 qm ISO5
 - Labore 435 qm
 - Büroräume 509 qm für ca. 44 Mitarbeiter
- Gemeinsame Nutzung durch die Arbeitsgruppen des LNQE:
 - Einzelne Labore für Projekte der Arbeitsgruppen
 - Zentraler Reinraum & Transmissionselektronenmikroskop für alle
- Gemischte Finanzierung durch:
 - Präsidium/Zentral
 - Beteiligte Fakultäten
 - LNQE-Mitglieder

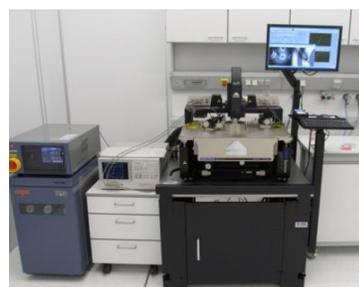
Technologie-Angebot im LNQE-Forschungsbau



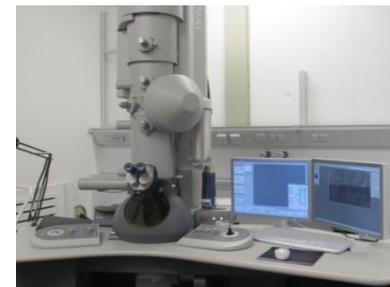
Fotolithografie



Elektronenstrahlithografie



Wafer-Probe Station



TEM



AFM



Spektrales Ellipsometer



Plasma-CVD



Konfokalmikroskop



Sputteranlage



Drahtbonden



Implanter



Ofensysteme



Aufdampfanlage

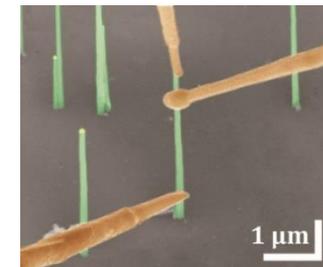
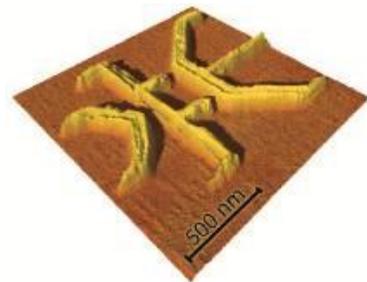
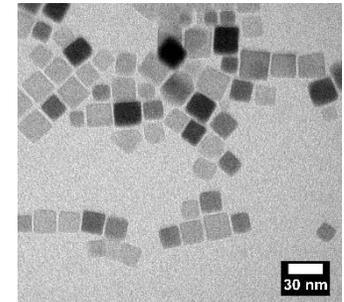
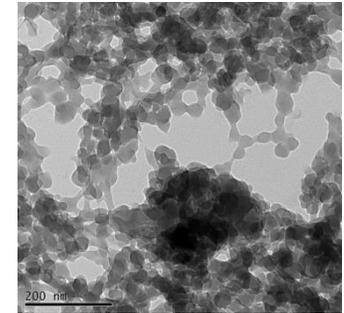
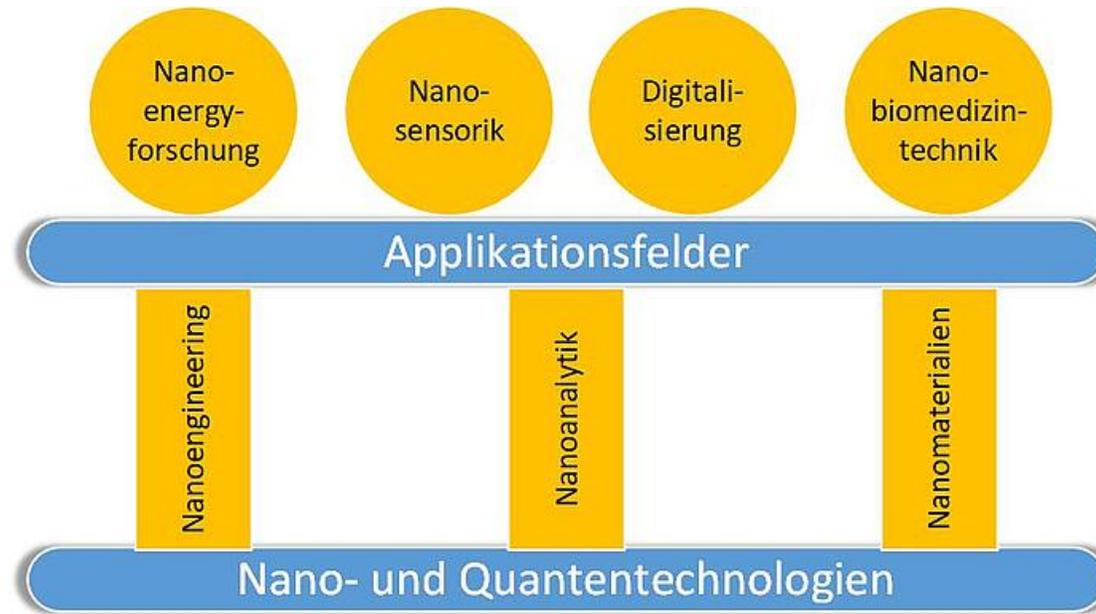
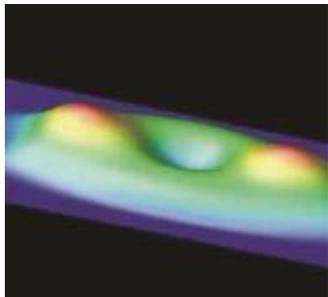
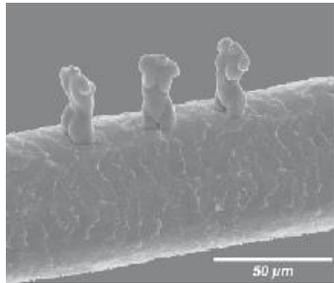


Schnellheizöfen

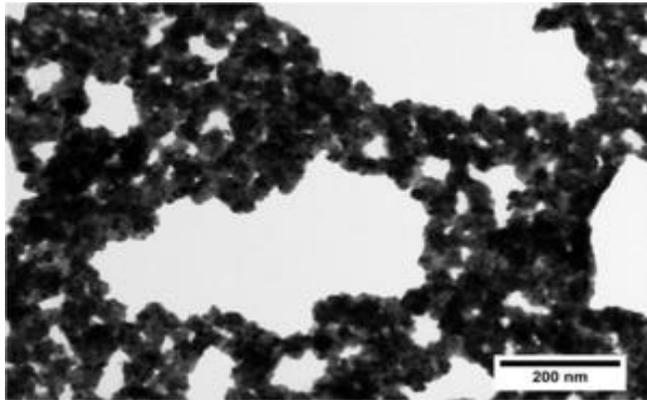


RIE

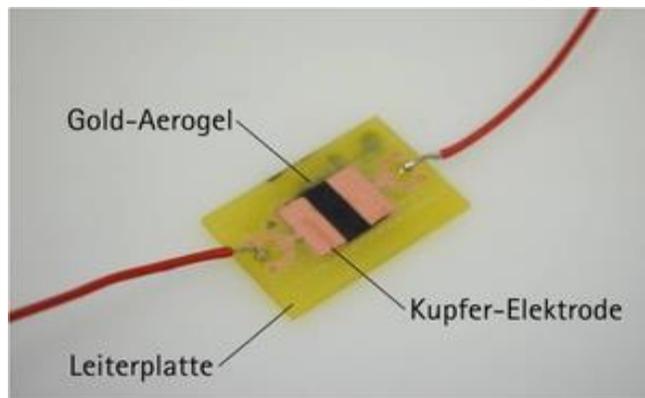
Forschungsschwerpunkte des LNQE



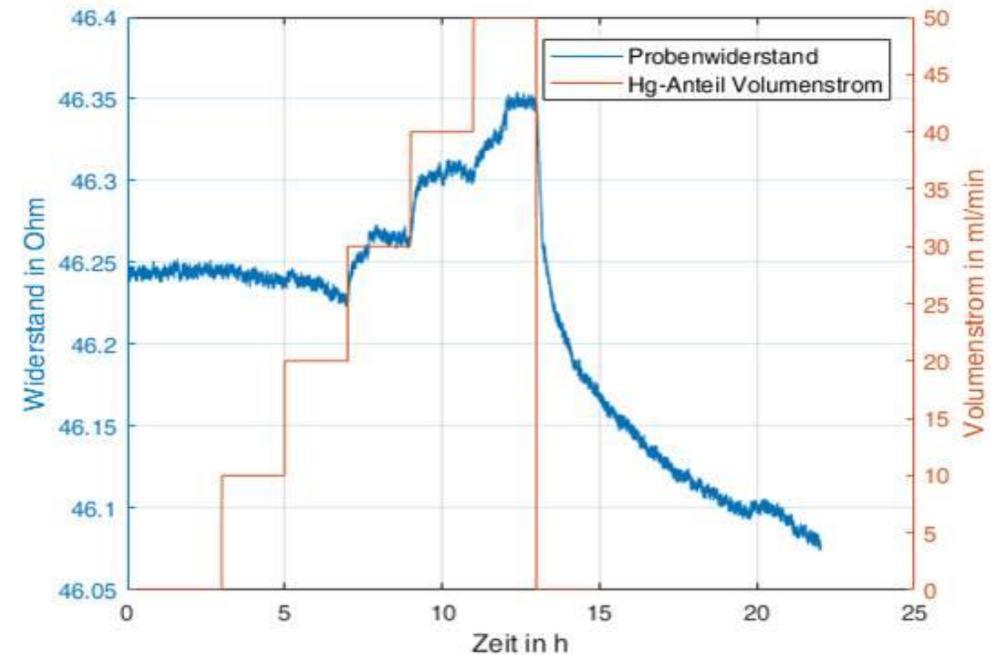
Gold-Aerogelen zum Nachweis von Quecksilber



Gold-Aerogel aus 4 nm Gold-Nanopartikeln

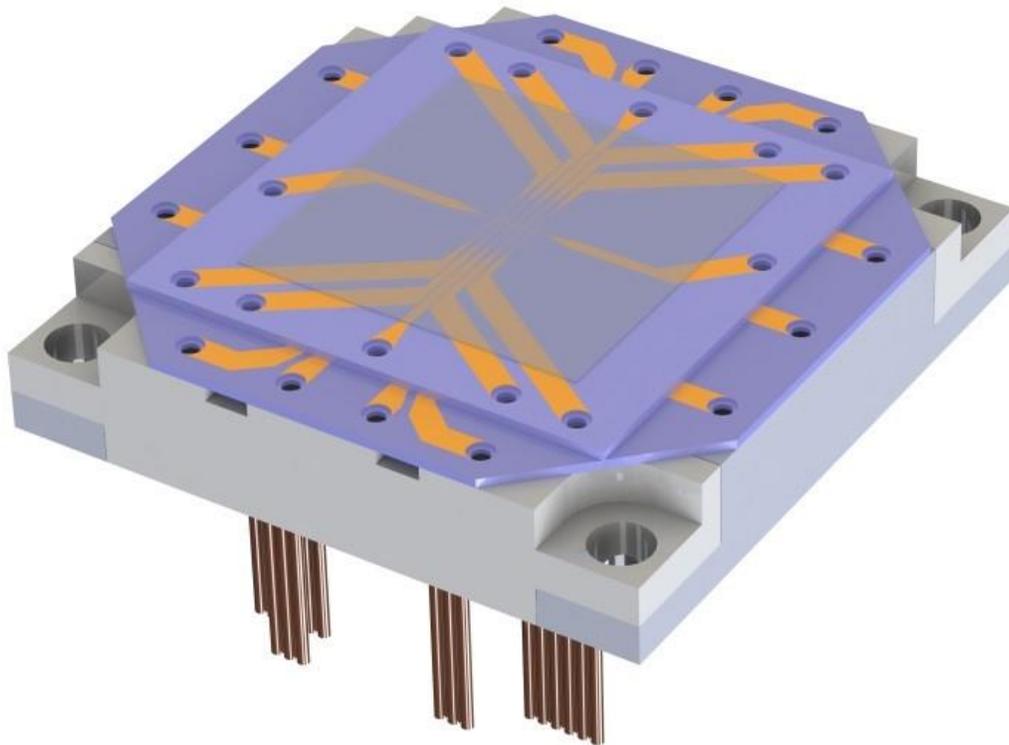


Erste Version des Quecksilbersensors

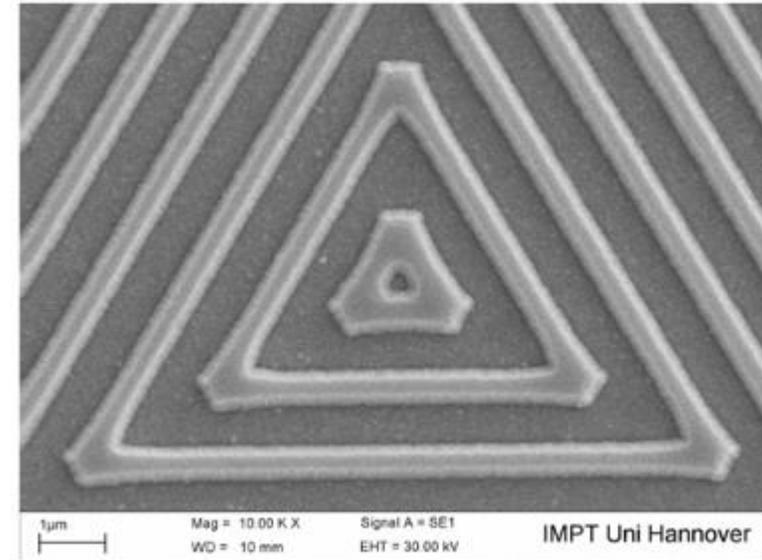


Gold-Aerogel-Sensor für Quecksilberbelastung

Atomchips mit integrierten optischen Gittern für die Erzeugung von Bose-Einstein-Kondensaten

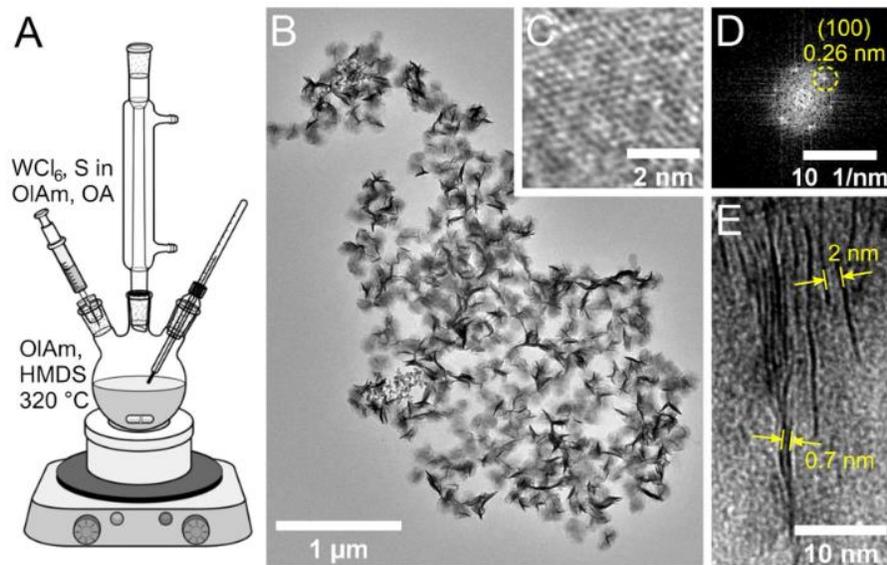


Aufbau des Atomchip-Systems

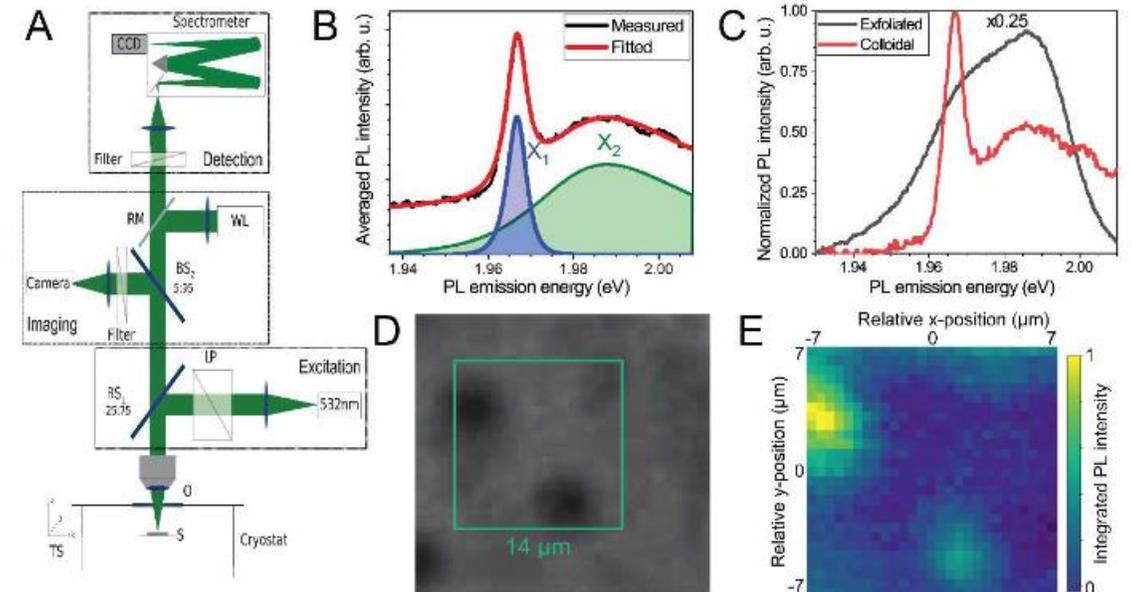


Optisches Gitter, bestehend aus drei 1D-Gittern

Mikro-Photolumineszenzstudien bei Raumtemperatur an kolloidalen WS₂-Nanoblättern

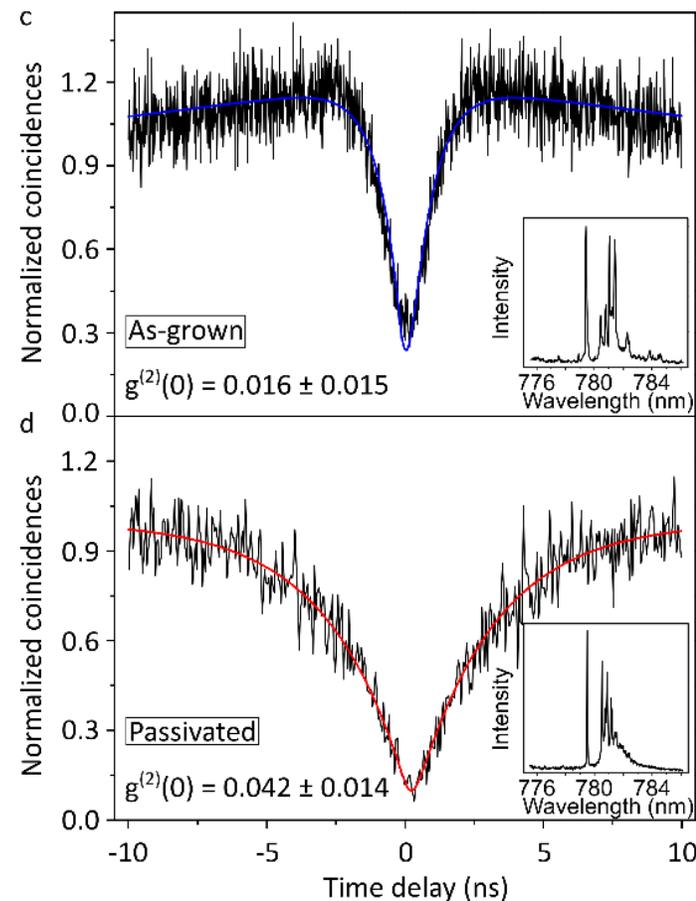
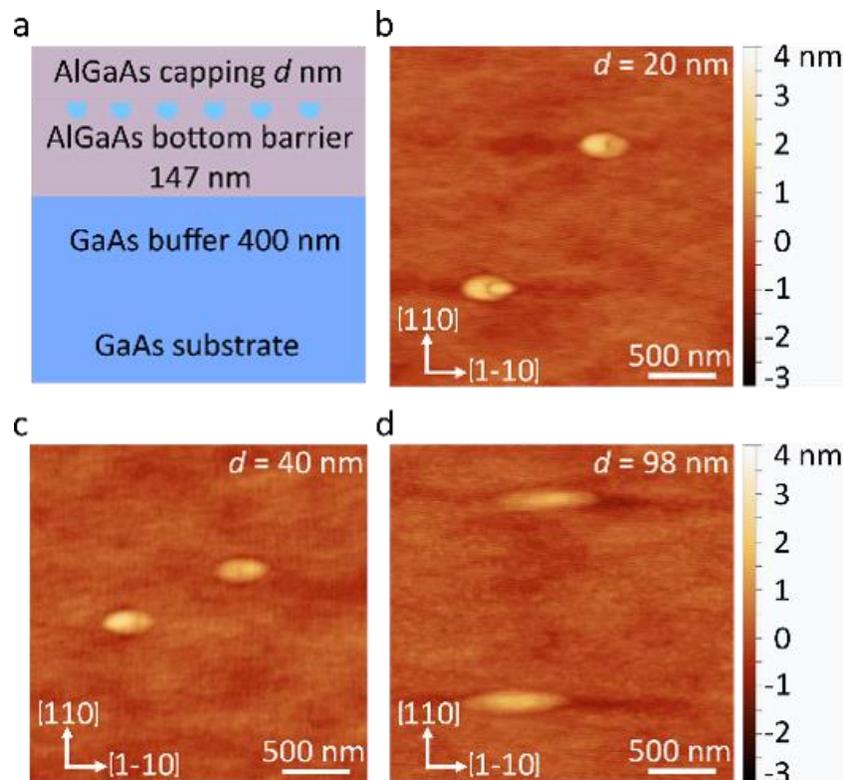


Kolloidale WS₂-Nanoblätter
(quasi zweidimensionale (2D)
Übergangsmetall-Dichalcogenide (TMDs))



Mikro-Photolumineszenzmessungen bei
Raumtemperatur

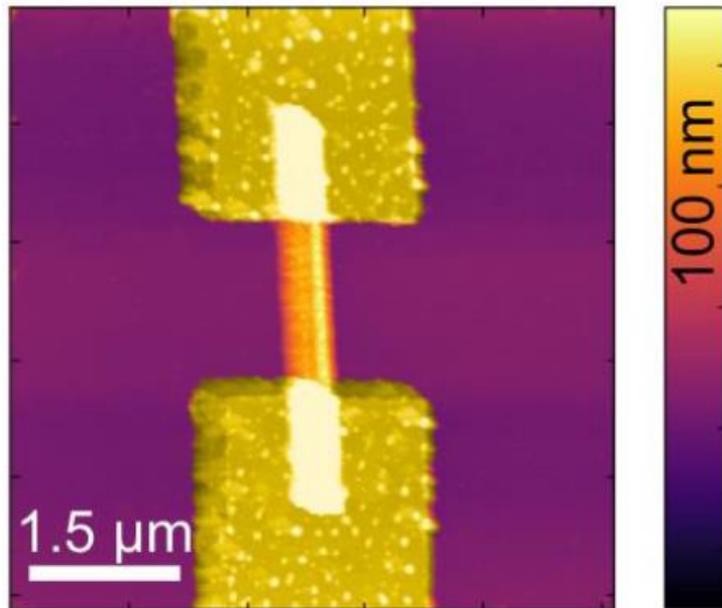
Einzelphotonenemission von ODT-passivierten oberflächennahen GaAs-Quantenpunkten



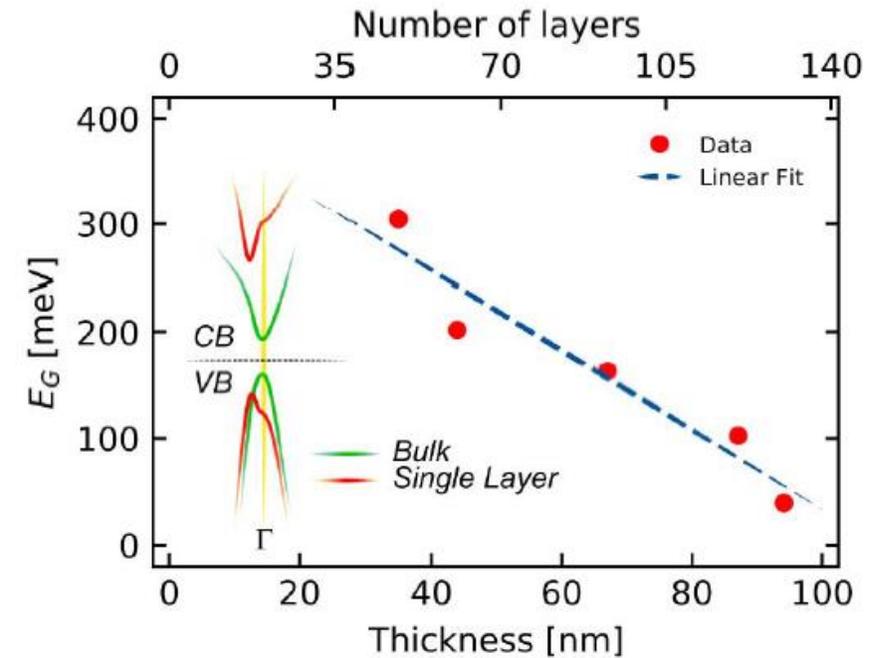
Der Anti-Bunching-Dip bei der Null-Zeit-Verzögerung zeigt die Emission einzelner Photonen an.
Einschub: PL-Spektren der gemessenen QDs.

a) Schematische Darstellung der Probenstruktur
(b)-(d) Rasterkraftmikroskopische Bilder von GaAs-Quantenpunkten

Dickenabhängige Lückenenergien in dünnen Schichten aus HfTe_5



AFM-Bild eines kontaktierten nadelförmigen HfTe_5 -Kristalls



Bandlückenenergien E_G in Abhängigkeit von der Probendicke mit einer linearen Fit