



Laboratorium für
Nano- und Quantenengineering



Leibniz
Universität
Hannover

Nanotechnologie studieren an der Leibniz Universität Hannover

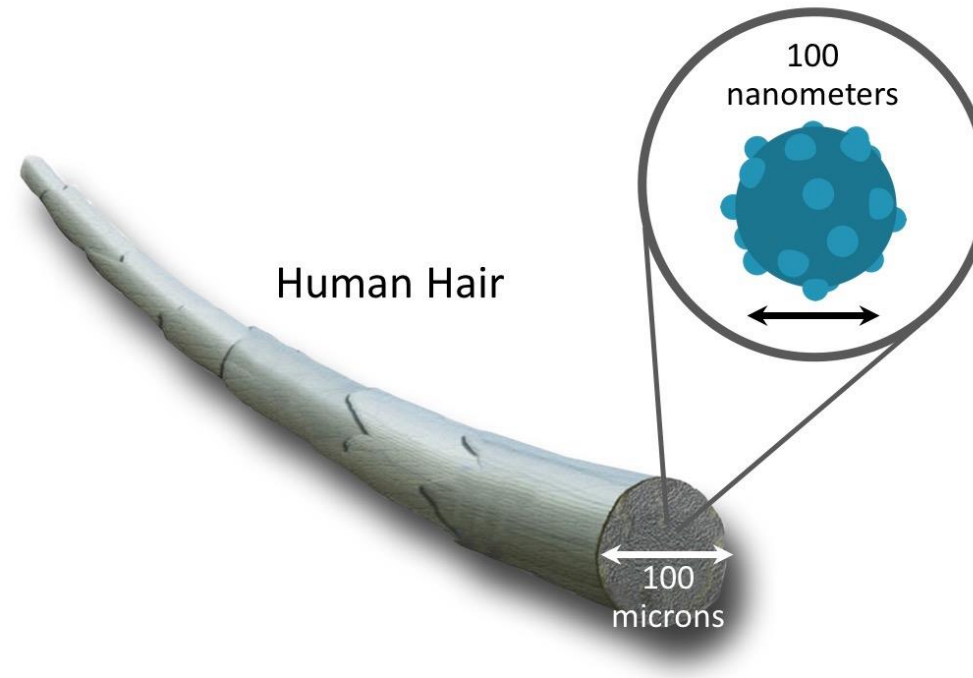
Fritz Schulze-Wischeler
Laboratorium für Nano- und Quantenengineering
Leibniz Universität Hannover

HIT 2023, Mi 13.09.2023, 10:30 – 11:15 Uhr



Nanotechnologie

- „nano“: griechisch, „Zwerg“ oder „zwerghaft“
- Kleiner 100 Nanometer (in 1, 2 oder 3 Raumdimensionen)
- Neue Funktionalitäten



Quelle: Massachusetts Institute of Technology, USA

The Scale of Things – Nanometers and More



Things Natural



Dust mite
200 μm

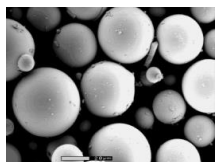


Human hair
~60-120 μm wide

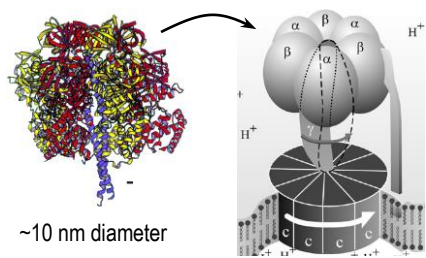
Red blood cells
(~7-8 μm)



Ant
~5 mm



Fly ash
~10-20 μm

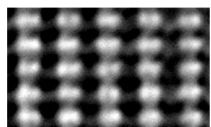


~10 nm diameter

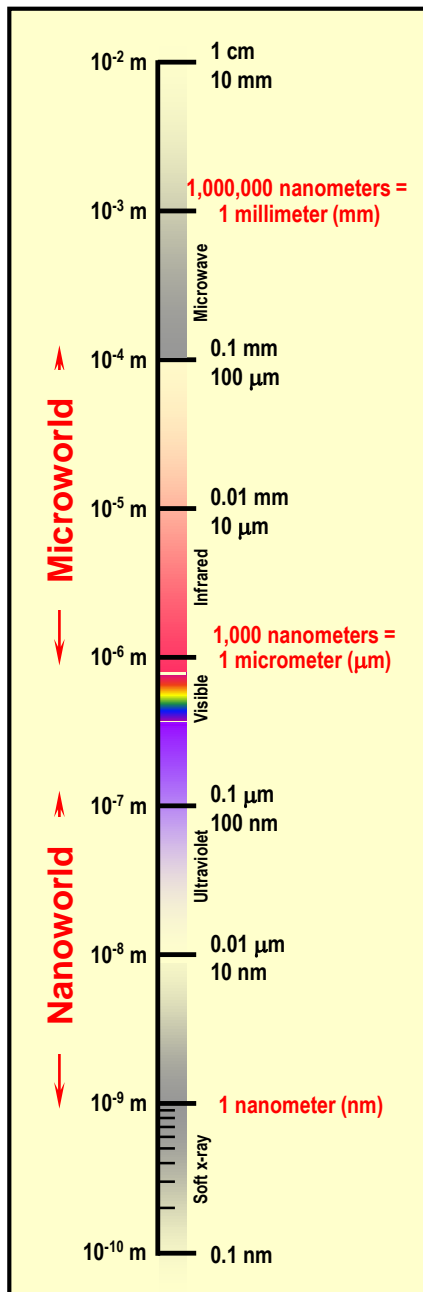
ATP synthase



DNA
~2-1/2 nm diameter



Atoms of silicon
spacing 0.078 nm



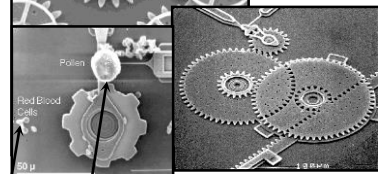
Things Manmade



Head of a pin
1-2 mm

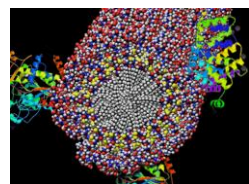


MicroElectroMechanical (MEMS) devices
10 -100 μm wide

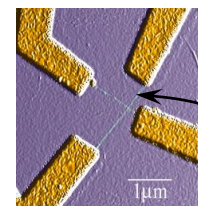


Pollen grain
Red blood cells

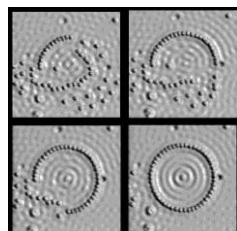
Zone plate x-ray "lens"
Outer ring spacing ~35 nm



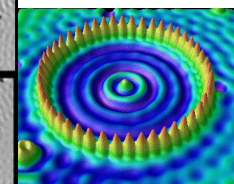
Self-assembled, Nature-inspired structure
Many 10s of nm



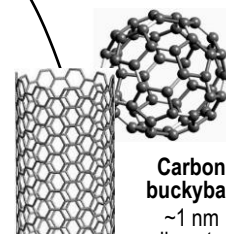
Nanotube electrode



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



Carbon nanotube
~1.3 nm diameter



Carbon buckyball
~1 nm diameter

The Challenge

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

Nanomaterialien



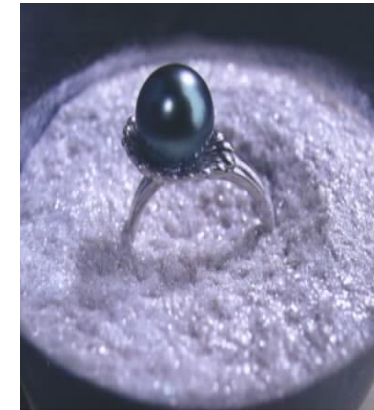
Anwendungen von Nanoeffekten



Effektlack



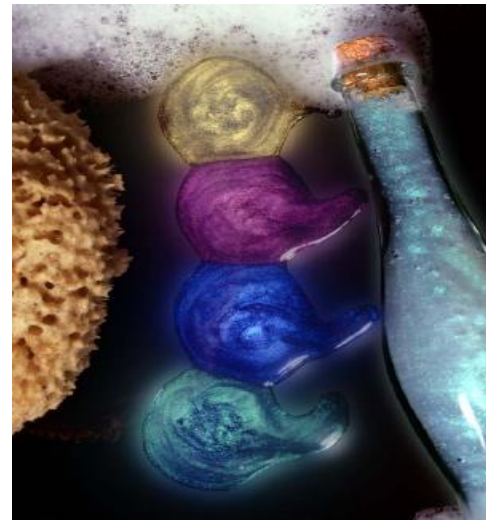
Lebensmittel



Schmuck



Polymere



Kosmetika



Papier und Drucke

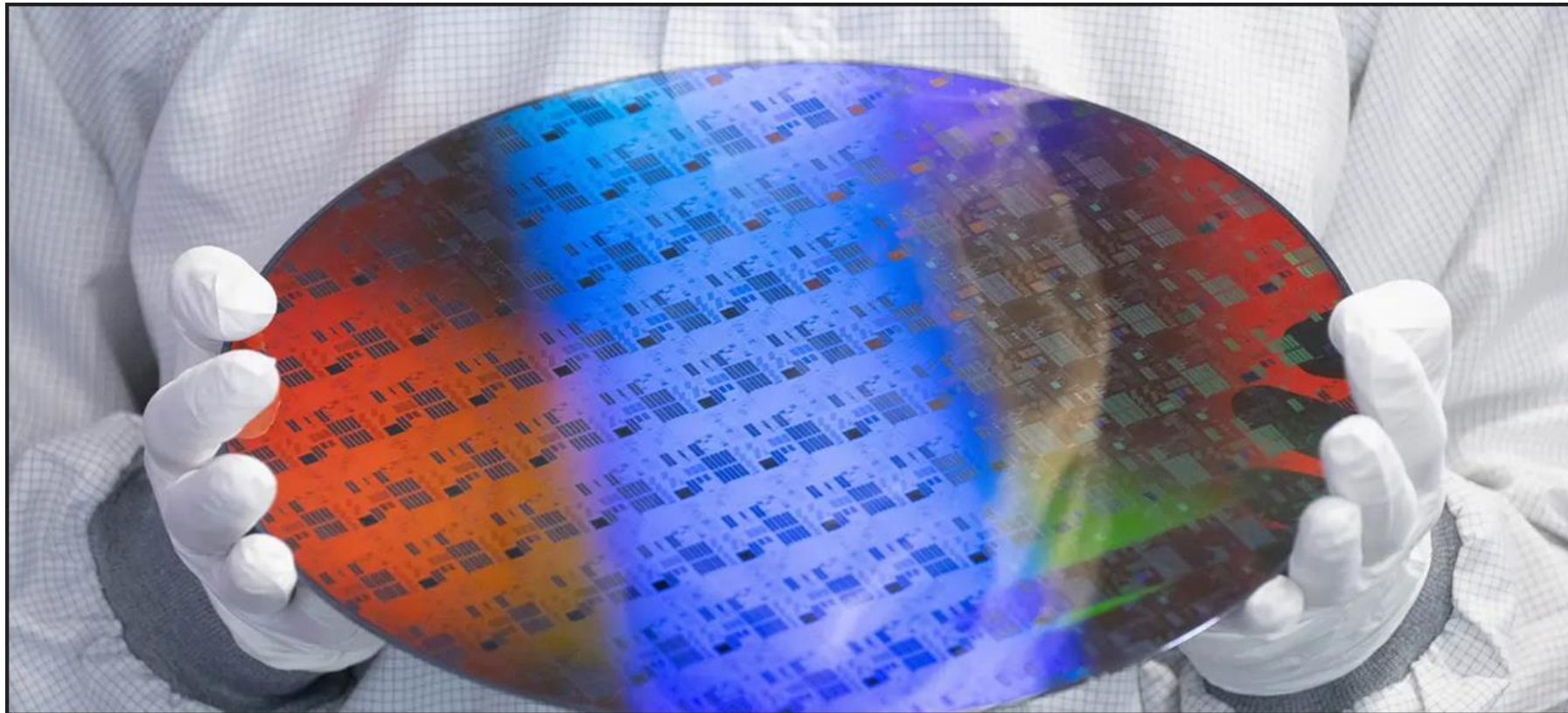
Nanoelektronik



Entwicklung von Materialien und Technologien für die elektronischen Lösungen der Zukunft

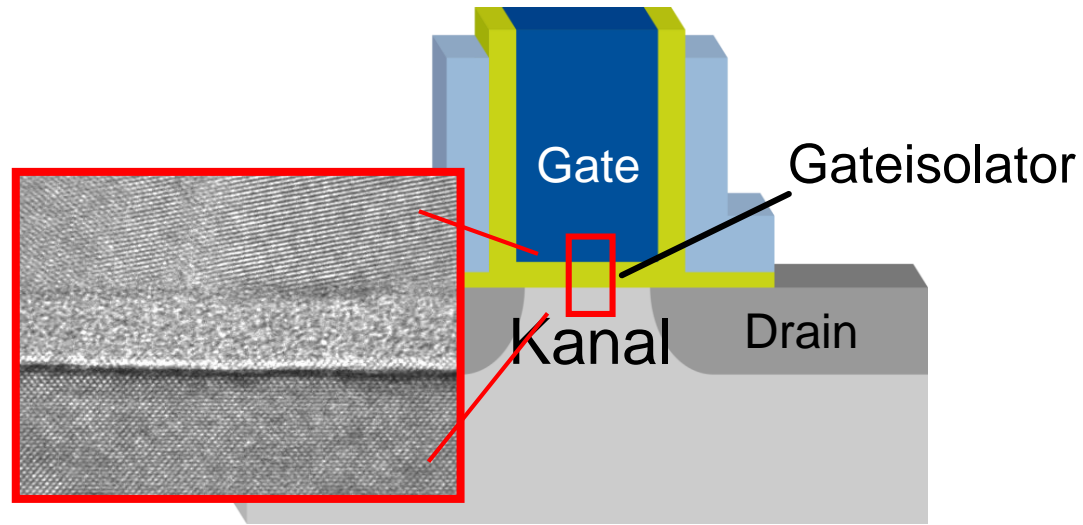


Mehr Chips "made in Europe"

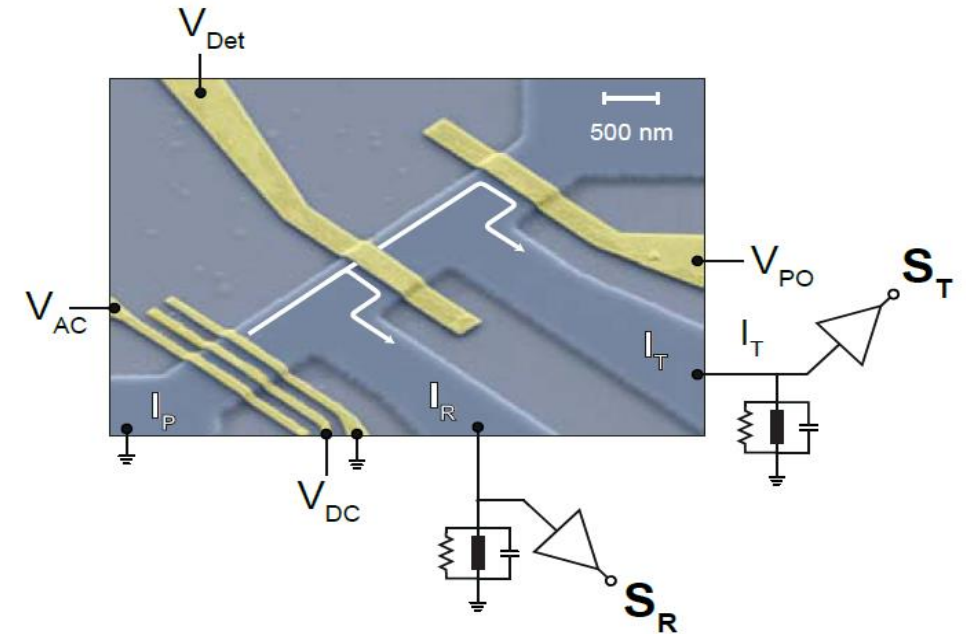


Quelle: tagesschau.de 19.04.2023

Wir skalieren Transistoren....



- ➔ heute: Länge < 22 nm (wenige hundert Atome)
Schichten mit wenigen nm
- ➔ Elektronik ist Nanotechnologie



Elektron-Pumpe als Stromwaage
(Haug/Festkörperphysik)

Laboratorium für Nano- und Quantenengineering

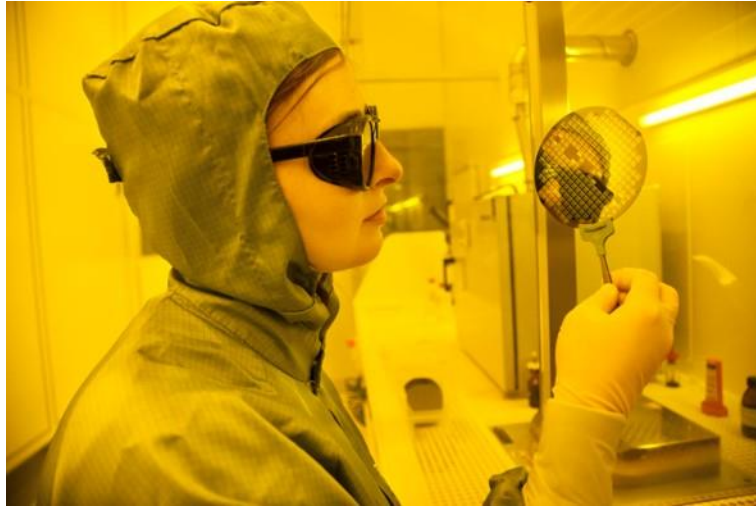
Interdisziplinäres Forschungszentrum der Leibniz Universität Hannover auf dem Gebiet
Nanotechnologie

- Gemeinsame Forschung von über 30 Arbeitsgruppen:
Chemie, Physik und Ingenieurwesen
- Studiengang **B. Sc. + M. Sc. Nanotechnologie** mit 250 Studierenden
- Promotionsprogramm *Hannover School for Nanotechnology*
- Forschungsbau mit Laboren, Büros und 409 m² Reinraum



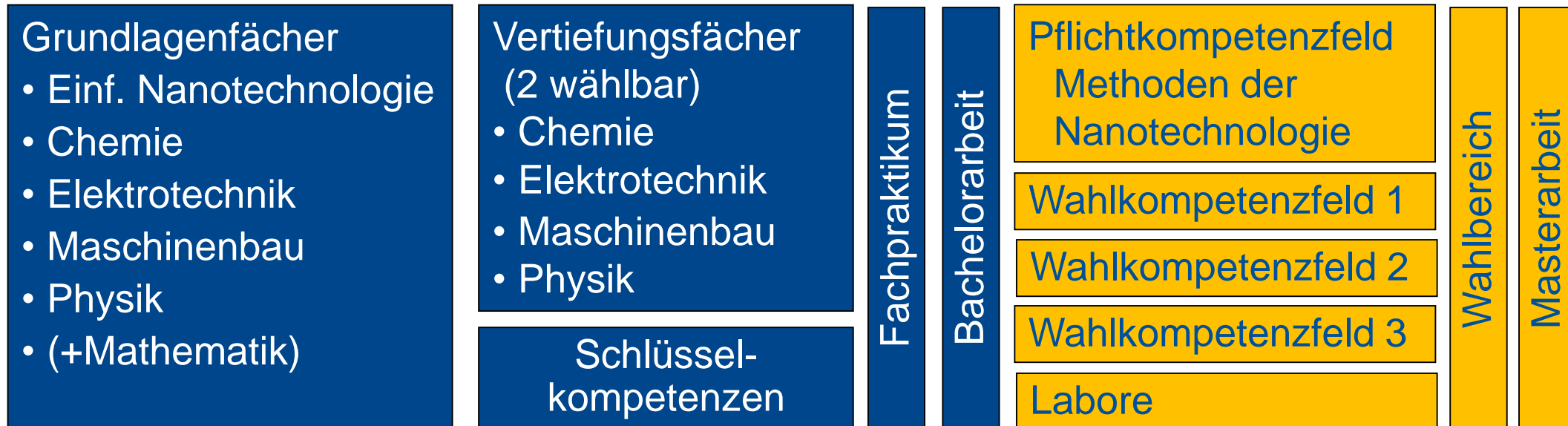
Forschungsbau





Studiengang Nanotechnologie

Bachelor of Science



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

Bachelor

- Kombination von Grundlagenfächern aus den Natur- und Ingenieurwissenschaften ergänzt durch spezifische Veranstaltungen zur Nanotechnologie
- Kompetenzfelder im Bachelorstudium
 - ✓ Allgemein: Einführung in die Nanotechnologie
 - ✓ Chemie
 - ✓ Elektrotechnik
 - ✓ Maschinenbau
 - ✓ Physik
 - ✓ (+ Mathematik)

Bachelor

- Fachlich „breites“ Studium: Ausbildung zum Generalisten statt zum Spezialisten
 - ✓ 6 Semester
 - ✓ Feste Struktur des Studiums
 - ✓ 12 Wochen Fachpraktikum
 - ✓ Jeweils ein Ingenieur- und ein naturwissenschaftliches Kompetenzfeld min. 40 LP
 - ✓ Schlüsselkompetenzen: Seminar Nanotechnologie + Wahlkurse
 - ✓ 360 h Bachelorarbeit mit abschließender Präsentation

Zugangsvoraussetzungen & Tipps

- Zulassungsfrei
- Was man braucht:
 - Naturwissenschaftliches Grundverständnis
 - Mathematik
 - Durchhaltevermögen
- Tipps:
 - Vorkurs Mathematik für Ingenieure
 - Orientierungswoche durch Fachrat
 - Externe: Vorher Zimmer organisieren
 - Hinweis: „Pendeln“ aus dem Umland geht mit dem Semesterticket sehr gut
 - Nicht alleine Studieren, sondern zusammen mit Kommilitonen

Semester		1.	2.	3.	4.	5.	6.	LP
Grundlagenbereich	Elektrotechnik und Informatik	Grundlagen der Elektrotechnik I „Netzwerke“ 6 LP	Grundlagen der Elektrotechnik II „Felder“ 8 LP	Grundlagenlabor ET 2 LP				18
			Grundlagenlabor ET 2 LP					
	Maschinenbau	Technische Mechanik I 5 LP	Technische Mechanik II 5 LP	Mikro- und Nanotechnologie 5 LP				15
	Mathematik	Mathematik für Ingenieurwissenschaften I 8 LP	Mathematik für Ingenieurwissenschaften II 8 LP	Mathematik für Ingenieurwissenschaften 6 LP				22
	Physik	Physik I - Mechanik und Wärme 6 LP	Physik II – Elektrizität und Relativität 8 LP	Physik III - Optik, Atome, Moleküle, Quantenphänomene 8 LP	Grundpraktikum Physik 4 LP			26
	Chemie			Allgemeine Chemie für Nanotechnologie und Physik 5 LP	Thermodynamik für Nanotechnologie 6 LP			16
					Praktikum und Seminar Allgemeine Chemie für Nanotechnologie 5 LP			
Einf. Nano	Einführung in die Nanotechnologie 5 LP					Seminar Nanotechnologie 3 LP	8	
LP		29	31	Ca. 30	Ca. 30	Ca. 30	Ca. 30	180

Semester		1.	2.	3.	4.	5.	6.	LP
Vertiefungsbereich	Natur (1 WK)	WK Chemie			Anorganische Chemie I 5 LP	Instrumentelle Methoden I 6 LP	Technische Chemie I 4 LP	20
						Anorganische Chemie II 5 LP		
	WK Physik			Elektronik 6 LP	Praktikum Elektronik 4 LP		20	
				Quantentheorie für Nanotechnologie 6 LP	Einführung in die Festkörperphysik 8 LP			
	Technik (1WK)	WK ET			Halbleiterelektronik 8 LP	Regelungstechnik I 4LP		20
						Sensorik und Nanosensoren 5 LP		
Informationstechnisches Praktikum 3 LP								
WK MB			Mikro und Nanosysteme 5 LP		Regelungs- technik I + Tutorium 5 LP	20		
			Werkstoffkunde I + II + Praktikum 10 LP					
Schlüssel- kompetenzen	Schlüssel- kompetenzen			Auswahl aus Veranstaltungen im Bereich Schlüsselkompetenzen lt. Modulkatalog im Umfang von 5 LP				5
	Fachpraktikum					Fachpraktikum 15 LP		15
Bachelorarbeit							Bachelor- arbeit 15 LP	15
LP		29	31	Ca. 30	Ca. 30	ca. 30	ca. 30	180

Master

- Masterstudium:
 - ✓ Start im Sommer- und Wintersemester
 - ✓ 4 Semester
 - ✓ Hohes Maß an individueller Gestaltung des Studiums
 - ✓ 3 Labore
 - ✓ 900 h Masterarbeit

- Kompetenzfelder im Masterstudium
 - ✓ Pflicht-Kompetenzfeld: Methoden der Nanotechnologie
 - ✓ Physikalische Chemie der Nanomaterialien
 - ✓ Anorganische Chemie der Nanomaterialien
 - ✓ Lasertechnik/Photonik
 - ✓ Materialphysik
 - ✓ Mikro- und Nanoelektronik
 - ✓ Mikroprozessortechnik
 - ✓ Biomedizintechnik

- Wahlbereich mit 48 Modulen aus Naturwissenschaften und Ingenieurwissenschaften; es werden regelmäßig neue Module aufgenommen

Halbleiter-Labor im LNQE-Forschungsbau

- Praktikum im Reinraum für Nanotechnologen
- Kleingruppen mit je 3-4 Personen
- Herstellung und Charakterisierung von MOS-Strukturen und pn-Dioden



Berufsmöglichkeiten

...sind die Märkte



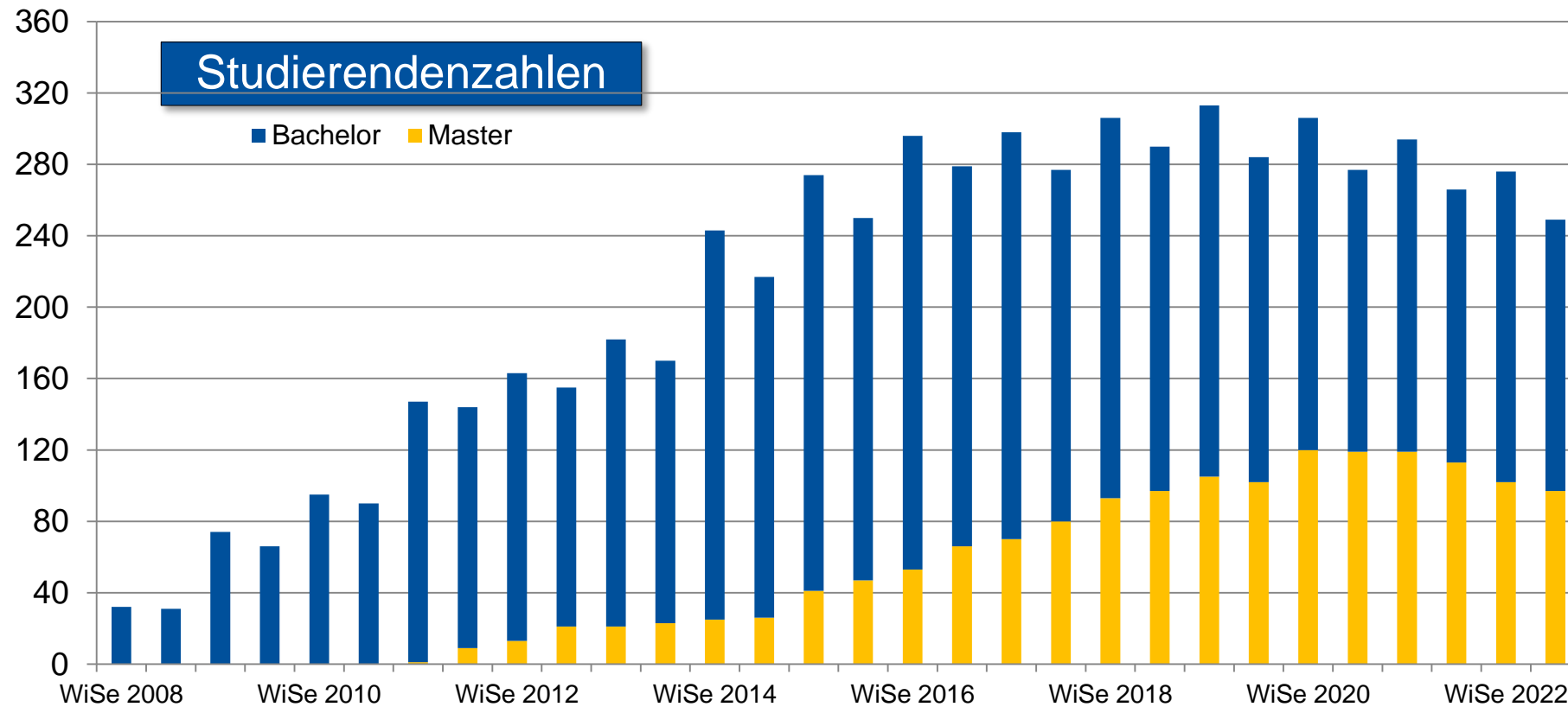
...Andere Berufe

*...und akademische
Karriere*

*...und eigene
Firma gründen*

Quelle: Hessen Nanotech 2007

Studiengang Nanotechnologie



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

Frauenanteil: 26 %

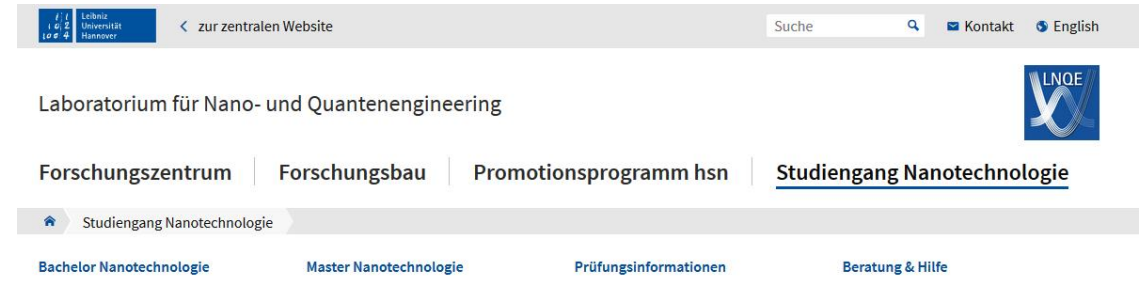
Fachrat Nanotechnologie



Mehr Infos zum Studiengang Nanotechnologie



- Website der Leibniz Universität Hannover
- Website des LNQE



STUDIENGANG NANOTECHNOLOGIE



Nanotechnologie studieren in Hannover

Durch das Laboratorium für Nano- und Quantenengineering initiiert, bietet die Leibniz Universität Hannover den interdisziplinären Studiengang Nanotechnologie an. Der Bachelorstudiengang qualifiziert durch die Verknüpfung der Disziplinen Chemie, Elektrotechnik, Maschinenbau und Physik im hochinterdisziplinären Fachgebiet der Nanotechnologie. Der weiterführende Masterstudiengang bietet vielfältige Spezialisierungsmöglichkeiten, die individuell ausgestaltet werden können.

www.LNQE.uni-hannover.de

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

!!!! Stellt jetzt gerne Fragen !!!!