



Laboratorium für
Nano- und Quantenengineering



Leibniz
Universität
Hannover

Nanotechnologie studieren an der Leibniz Universität Hannover

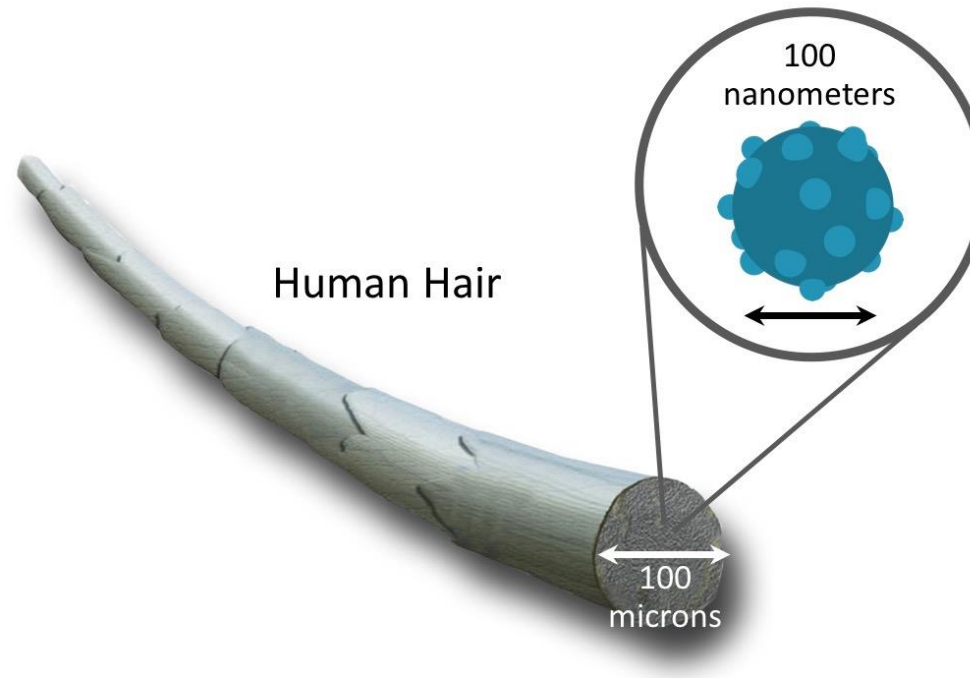
Fritz Schulze-Wischeler
Laboratorium für Nano- und Quantenengineering
Leibniz Universität Hannover

HIT 2022, Mi 14.09.2022, 10:30 – 11:15 Uhr



Nanotechnologie

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

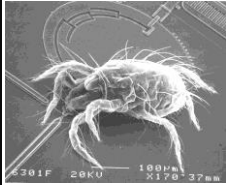


Quelle: Massachusetts Institute of Technology, USA

The Scale of Things – Nanometers and More



Things Natural

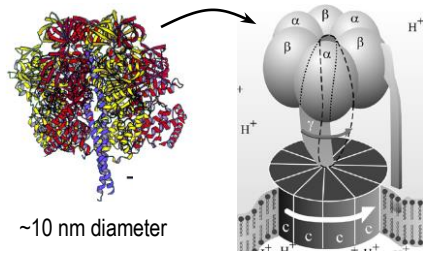


Dust mite
200 μm



Human hair
~60-120 μm wide

Red blood cells
(~7-8 μm)

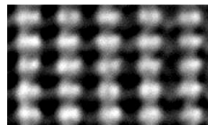


~10 nm diameter

ATP synthase



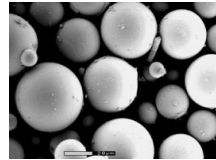
DNA
~2-1/2 nm diameter



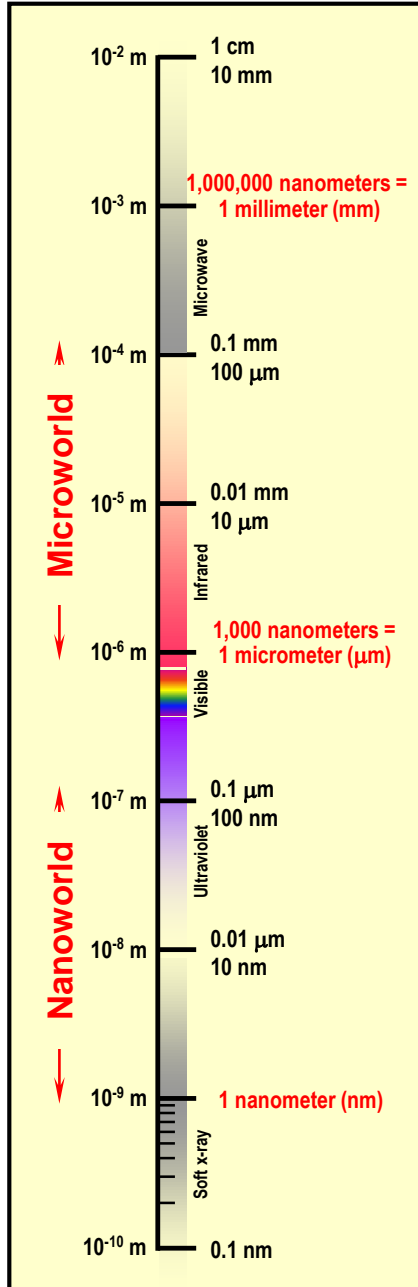
Atoms of silicon
spacing 0.078 nm



Ant
~5 mm



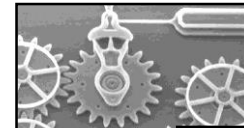
Fly ash
~10-20 μm



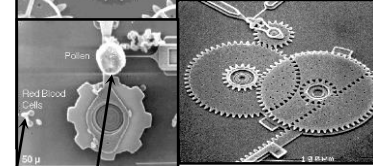
Things Manmade



Head of a pin
1-2 mm

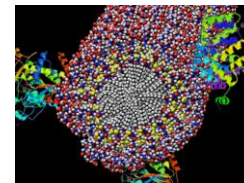
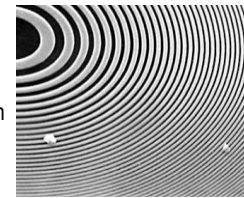


MicroElectroMechanical (MEMS) devices
10 -100 μm wide

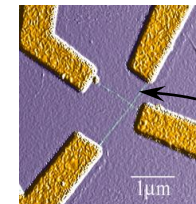


Pollen grain
Red blood cells

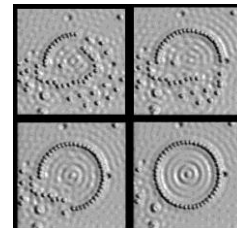
Zone plate x-ray "lens"
Outer ring spacing ~35 nm



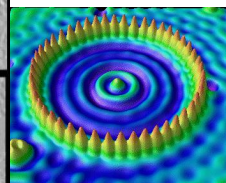
Self-assembled,
Nature-inspired structure
Many 10s of nm



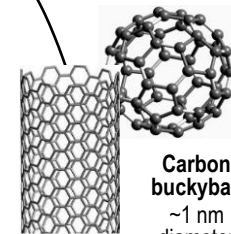
Nanotube electrode



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



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



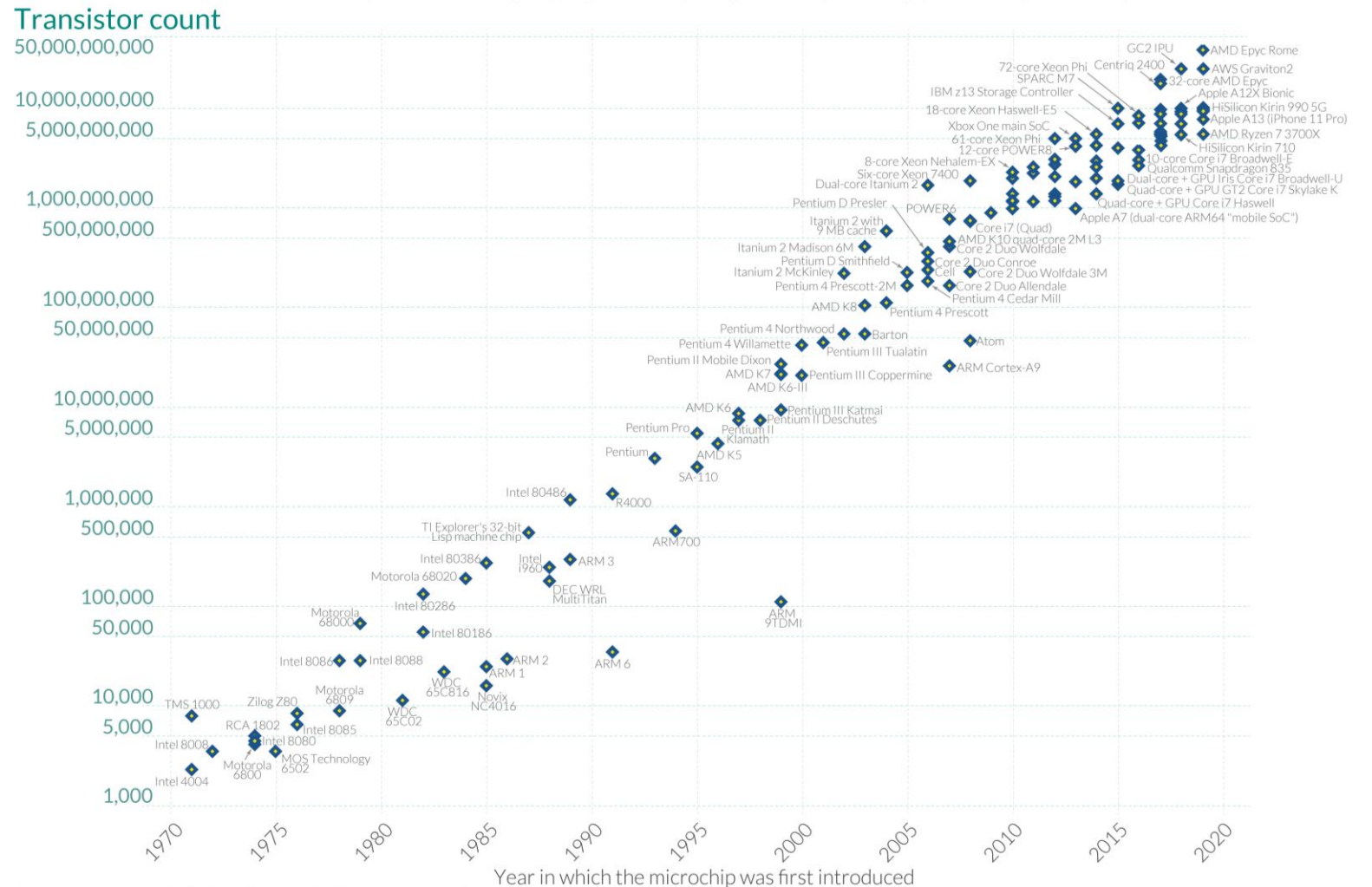
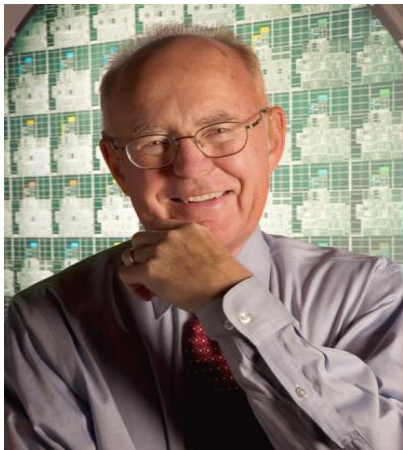
Entwicklung von Materialien und Technologien für die elektronischen Lösungen der Zukunft



Das „Moore'sche Gesetz“

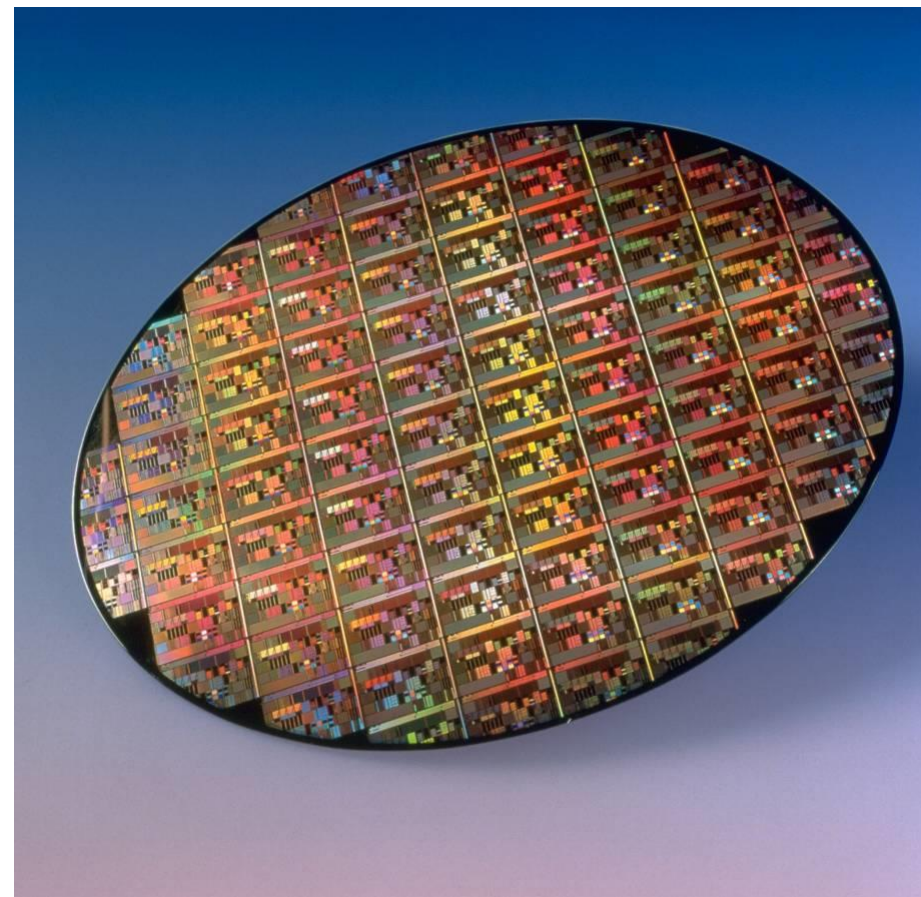
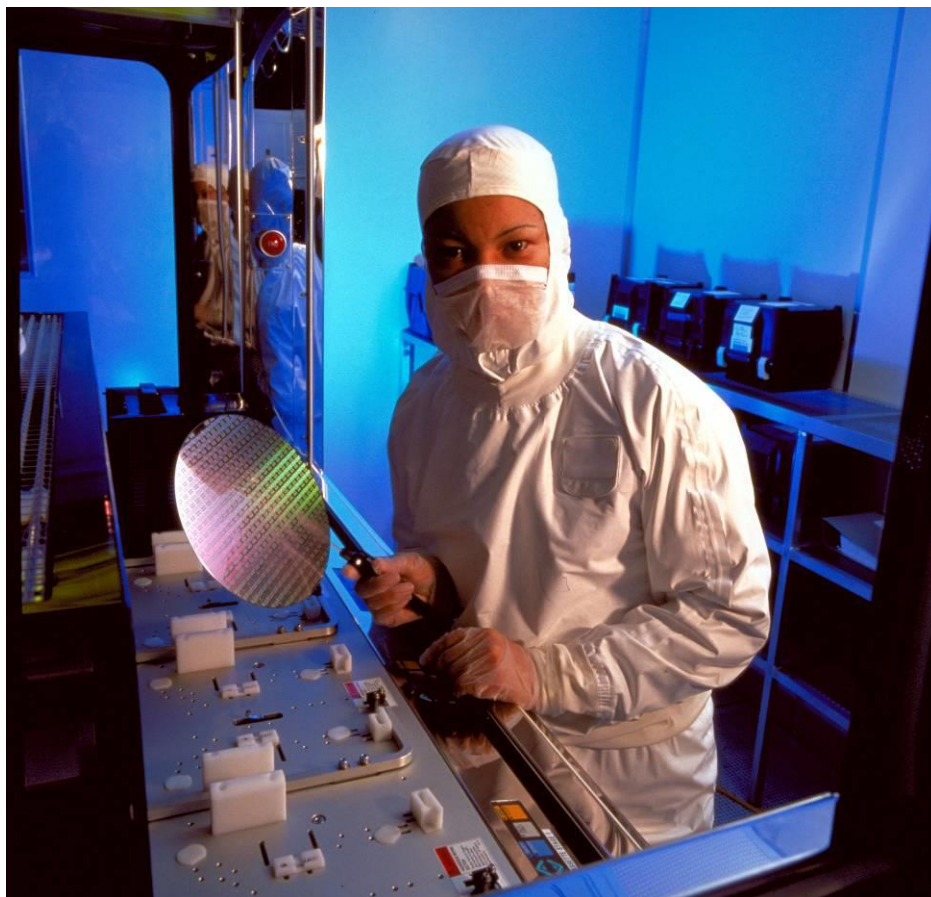
Quelle: Our World in Data

Gordon Moore (1975): Anzahl der Transistoren pro Chip verdoppelt sich alle 2 Jahre

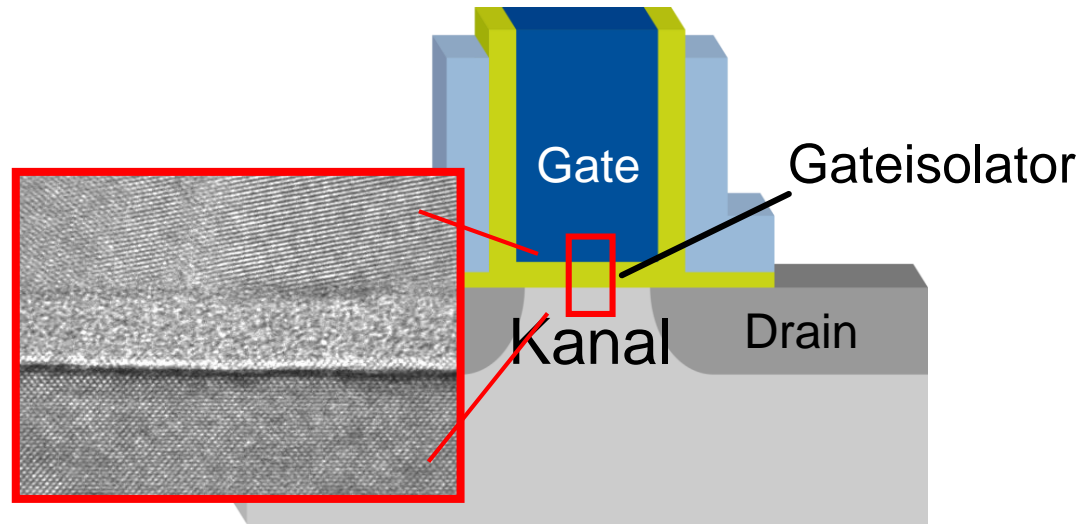


Data source: Wikipedia (wikipedia.org/wiki/Transistor_count)
 OurWorldinData.org – Research and data to make progress against the world's largest problems. Licensed under CC-BY by the authors Hannah Ritchie and Max Roser.

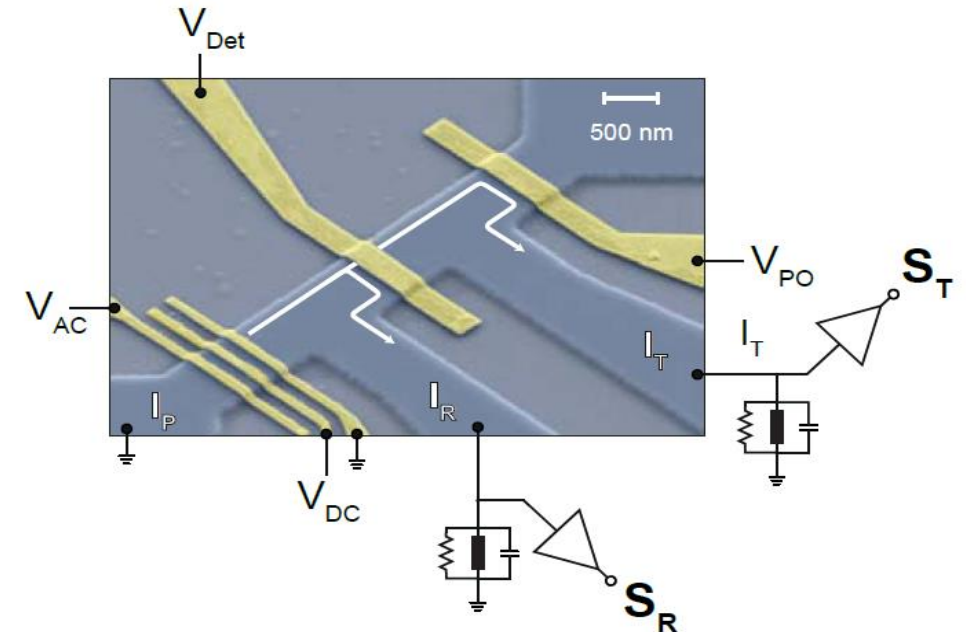
Silizium Wafer heute



Wir skalieren Transistoren....



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

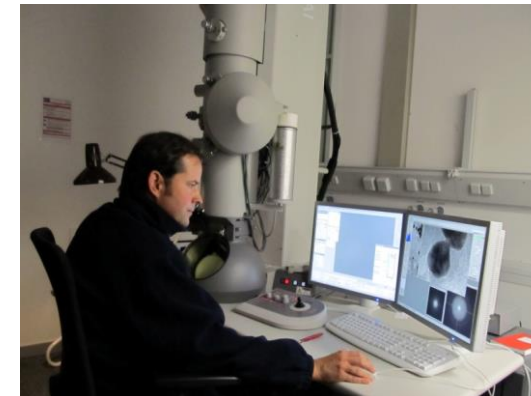


Elektron-Pumpe als Stromwaage
(Haug/Festkörperphysik)

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 ~260 Studierenden
- Promotionsprogramm *Hannover School for Nanotechnology*
- Forschungsbau mit Laboren, Büros und 430 qm Reinraum



Forschungsbau



Studiengang Nanotechnologie

Bachelor of Science



Master 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	Elektrotechnik I „Netzwerke“ 6LP	Grundlagen der ET II (für ET) 8LP	Grundpraktikum ET 2 LP				18
			Grundpraktikum ET 2 LP					
	Maschinenbau	Technische Mechanik I 5 LP	Technische Mechanik II 5 LP	Mikro- und Nanotech. 5LP				15
	Mathematik	Mathematik für Ing. I 8LP	Mathematik für Ing. II 8LP	Numerische Mathematik 6 LP				22
	Physik	Physik I - Mechanik u. Wärme 6LP	Physik II – Elektrizität & Relativität 8LP	Physik III - Optik, Atome,.. Quantenphän. 8LP	Grundpraktikum Physik 4 LP			26
	Chemie			Allg. Chemie für Nanotechnologie und Physik 5 LP	Physikalische Chemie I für Nanotechnologie 6 LP			16
Praktikum und Seminar Allgemeine Chemie für Nanotechnologie 5 LP								
Einf. Nano	Einführung in die Nanotechnologie 5LP					Seminar Nanotechnologie 3LP	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			Anorg. Chemie I 5 LP	Instrumentelle Methoden I 6LP	Technische Chemie I 4LP	20
						Anorg. Chemie II 5 LP		
	WK Physik			Elektronik 6LP	Praktikum Elektronik 4LP		20	
				Quantentheorie für Nanotechnologie 6 LP	Einführung in die Festkörperphysik 8LP			
	Technik (1WK)	WK ET			Grundlagen der Halbleiterbauelemente 4 LP	Regelungstechnik I 4LP		20
					Halbleiterschaltungstechnik 4 LP	Sensorik und Nanosensoren 5LP		
Informationstechnisches Praktikum 3LP								
WK MB			Mikro und Nanosysteme 5LP		Regelungstechnik I + Tutorium 5LP	20		
			Werkstoffkunde I + II + Praktikum 10 LP					
Schlüsselkompetenzen	Schlüsselkompetenzen			Auswahl aus Veranstaltungen im Bereich Schlüsselkompetenzen lt. Modulkatalog im Umfang von 5 L				5
	Fachpraktikum					Fachpraktikum 15 LP		15
Bachelorarbeit							Bachelorarbeit 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
 - ✓ Mikroprozessertechnik
 - ✓ Biomedizintechnik

- Wahlbereich mit 48 Modulen aus Naturwiss. und Ingen-Wiss.; 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



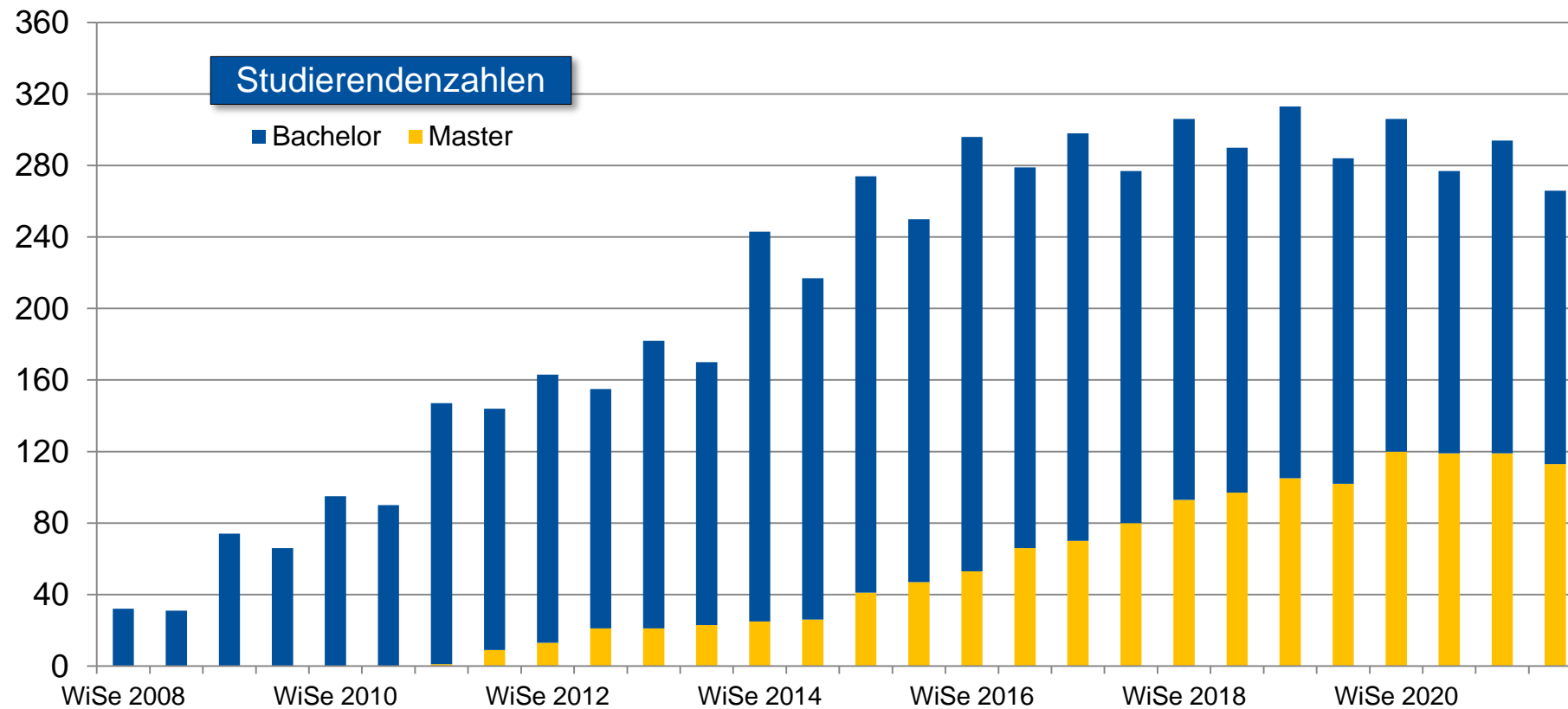
...Andere Berufe

*...und akademische
Karriere*

*...und eigene
Firma gründen*

Quelle: Hessen Nanotech 2007

Studiengang Nanotechnologie



Frauenanteil: 29 %

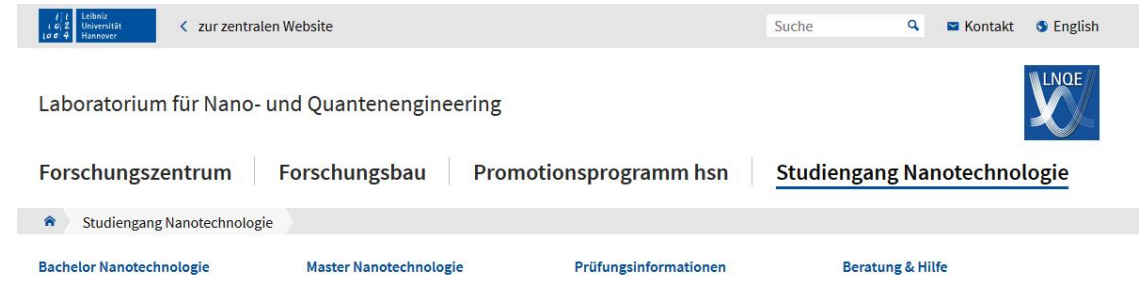
Fachrat Nanotechnologie



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 !!!!