



Laboratorium für
Nano- und Quantenengineering



Leibniz
Universität
Hannover

Nanotechnologie studieren an der Leibniz Universität Hannover

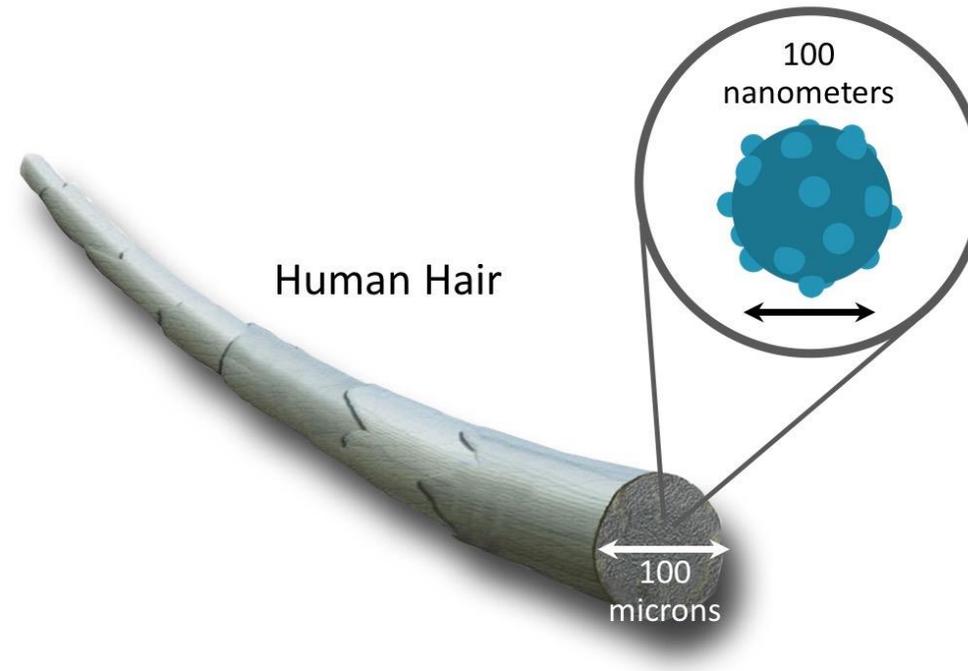
Fritz Schulze-Wischeler
Laboratorium für Nano- und Quantenengineering
Leibniz Universität Hannover

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

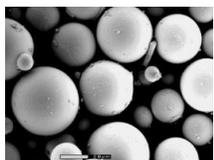


Human hair
~60-120 μm wide

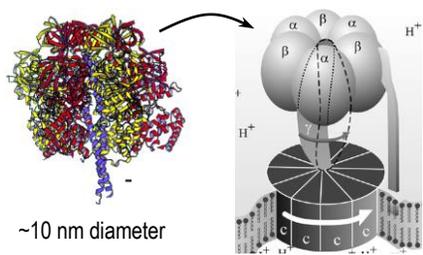
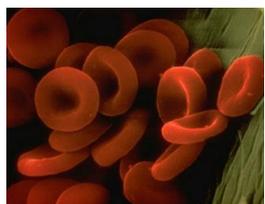
Red blood cells
(~7-8 μm)



Ant
~5 mm

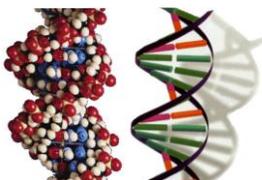


Fly ash
~10-20 μm

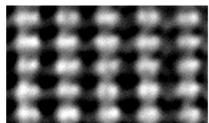


~10 nm diameter

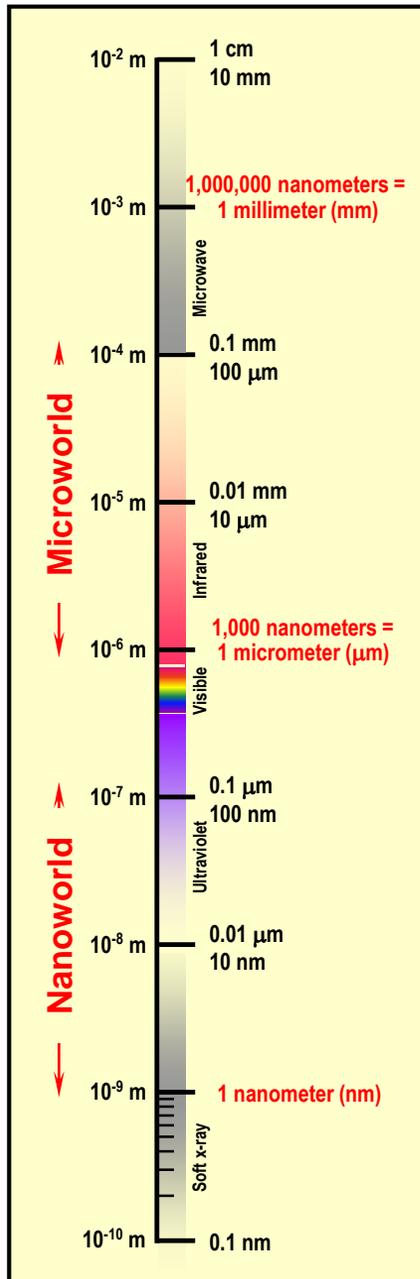
ATP synthase



DNA
~2-1/2 nm diameter



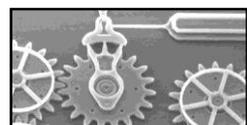
Atoms of silicon
spacing 0.078 nm



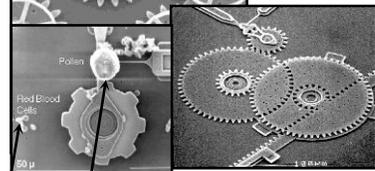
Things Manmade



Head of a pin
1-2 mm

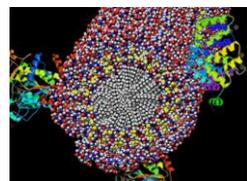


MicroElectroMechanical (MEMS) devices
10 -100 μm wide

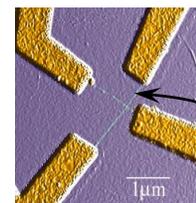


Pollen grain
Red blood cells

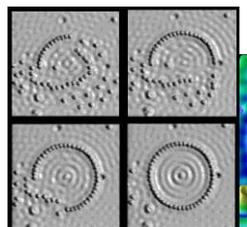
Zone plate x-ray "lens"
Outer ring spacing ~35 nm



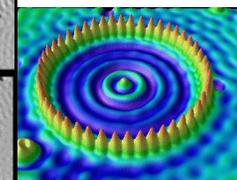
Self-assembled,
Nature-inspired structure
Many 10s of nm



Nanotube electrode



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



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

Nanomaterialien



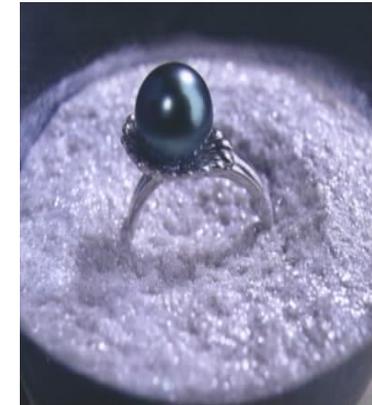
Anwendungen von Nanoeffekten



Effektlack



Lebensmittel



Schmuck



Polymere



Kosmetika



Papier und Drucke

Nanoelektronik



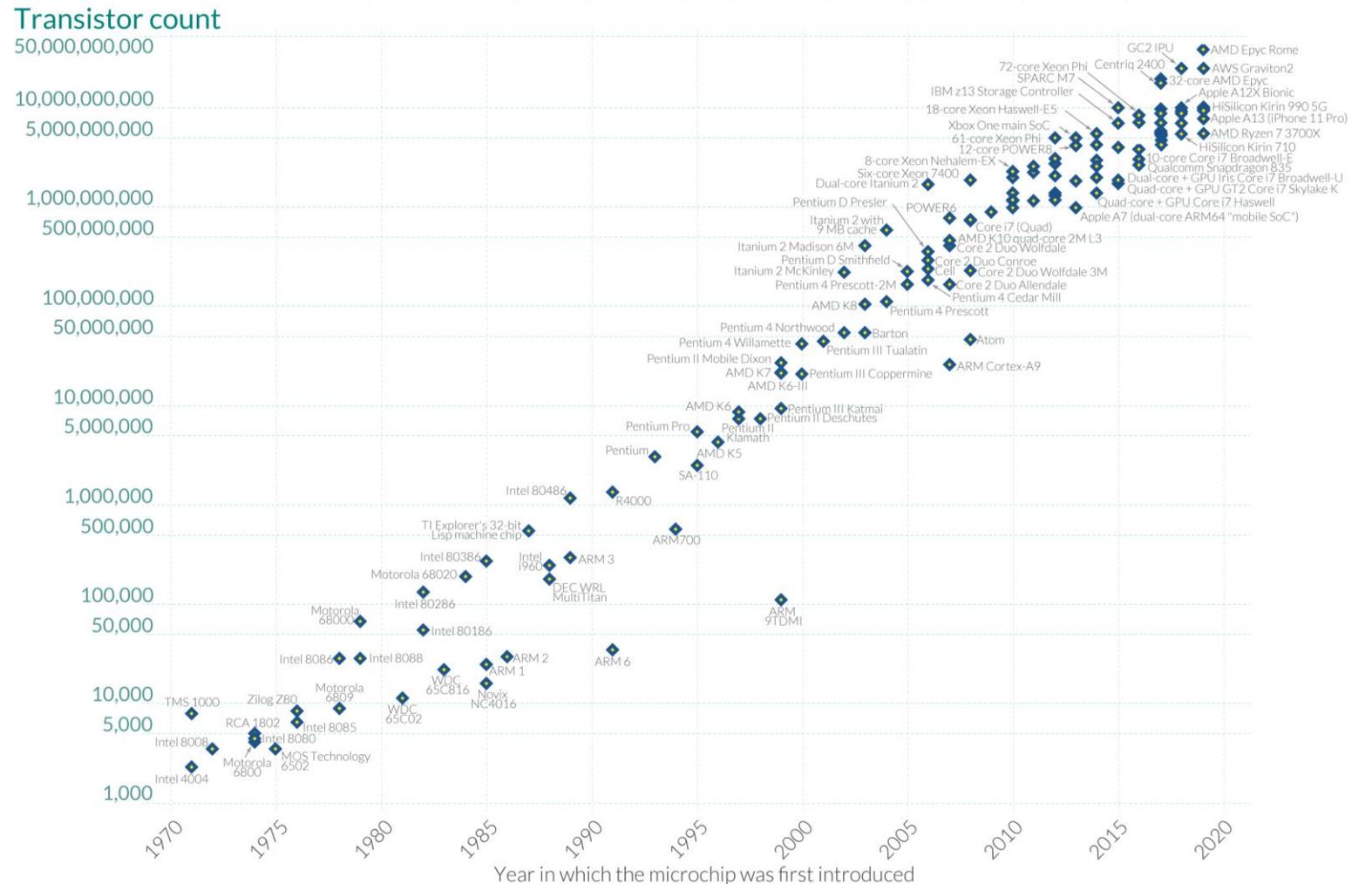
Entwicklung von Materialien und Technologien für die elektronischen Lösungen der Zukunft



Das „Moore'sche Gesetz“

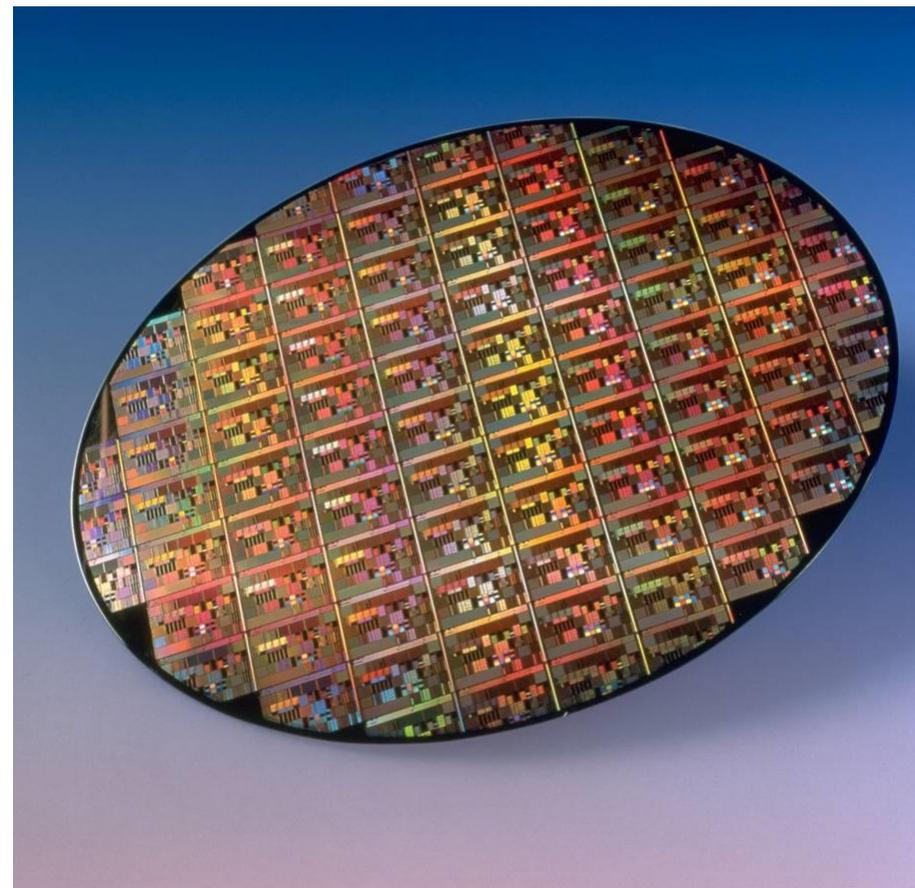
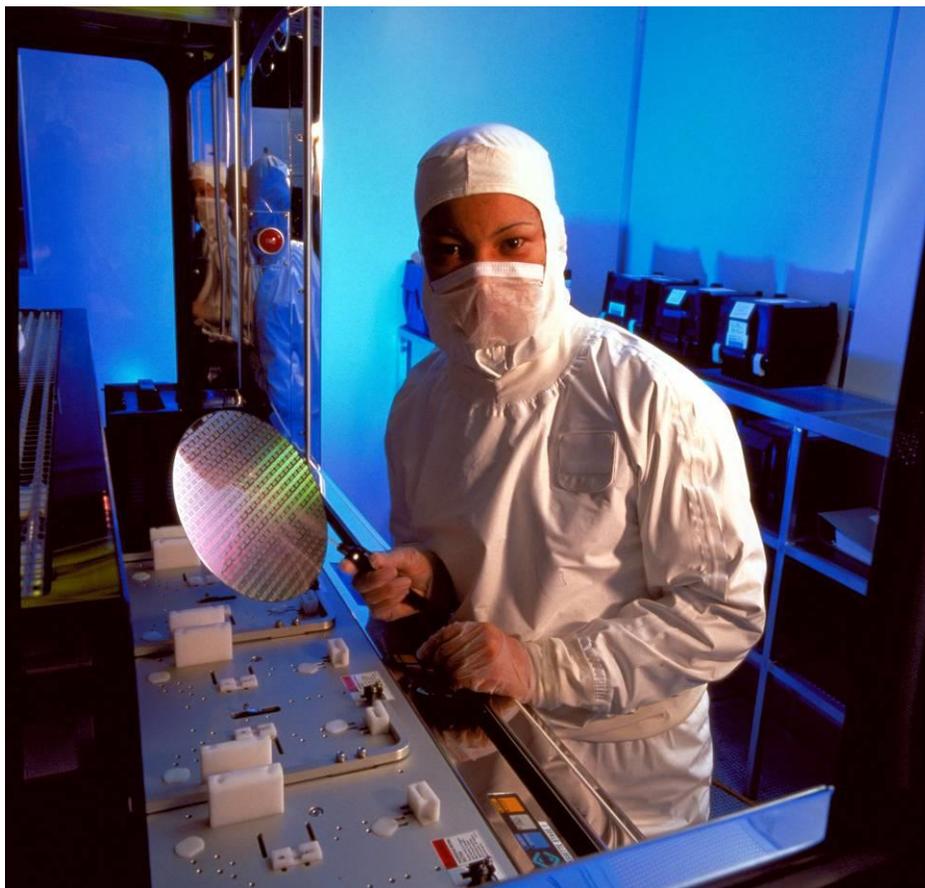
Quelle: Our World in Data

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

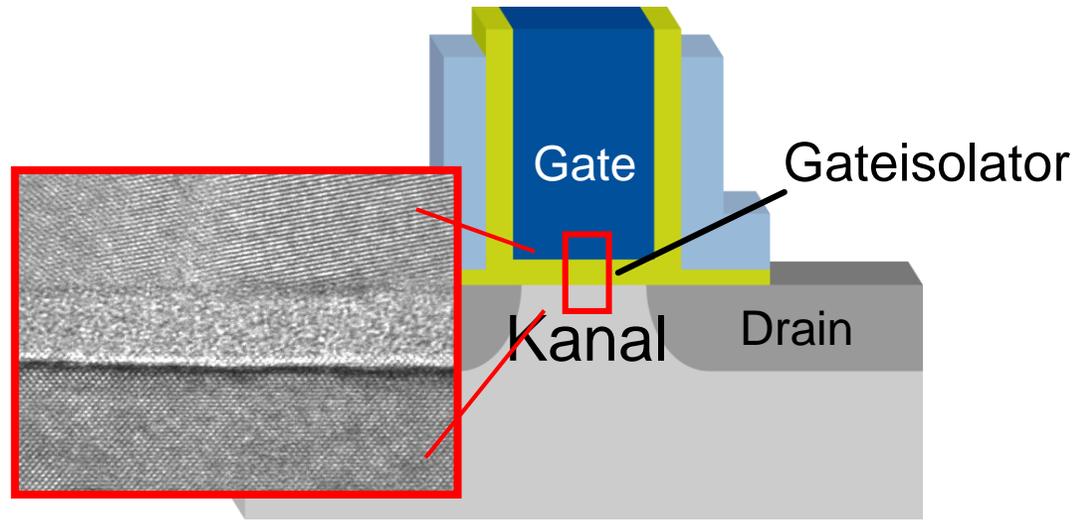


Data source: Wikipedia (wikipedia.org/wiki/Transistor_count)
 OurWorldinData.org – Research and data to make progress against the world's largest problems. Licensed under CC-BY by the authors Hannah Ritchie and Max Roser.

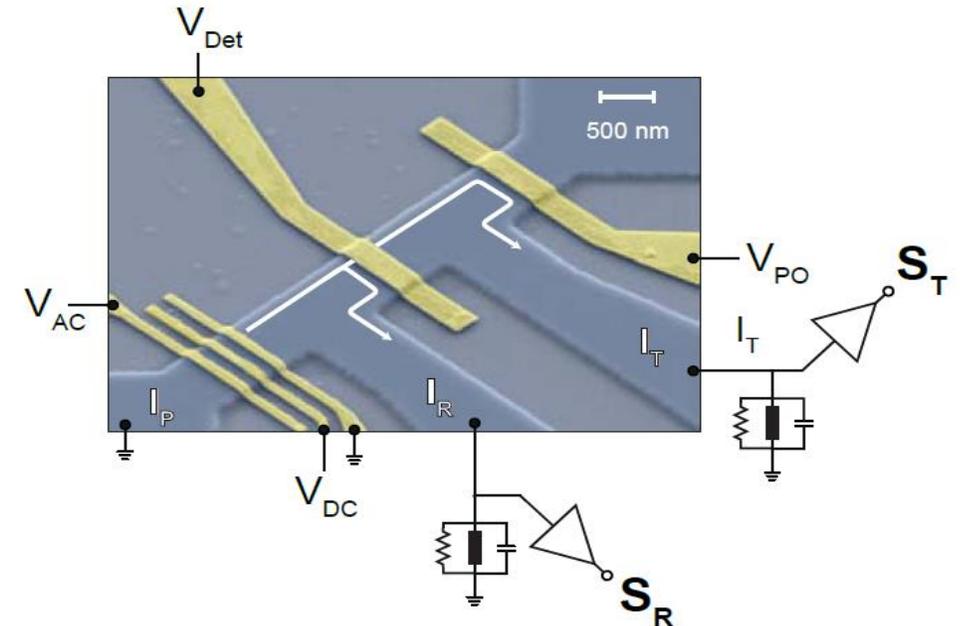
Silizium Wafer heute



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



- 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



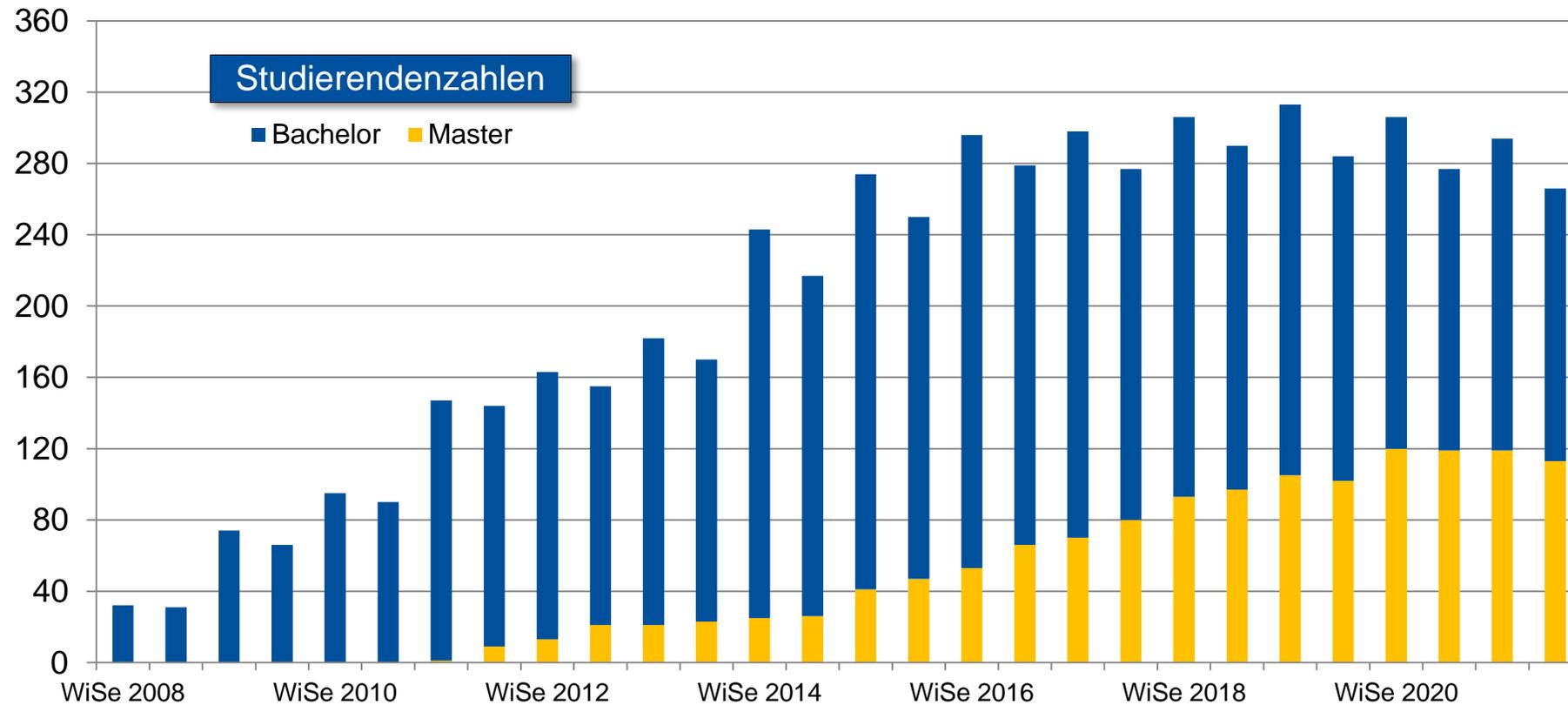
...Andere Berufe

*...und akademische
Karriere*

*...und eigene
Firma gründen*

Quelle: Hessen Nanotech 2007

Studiengang Nanotechnologie



Frauenanteil: 29 %

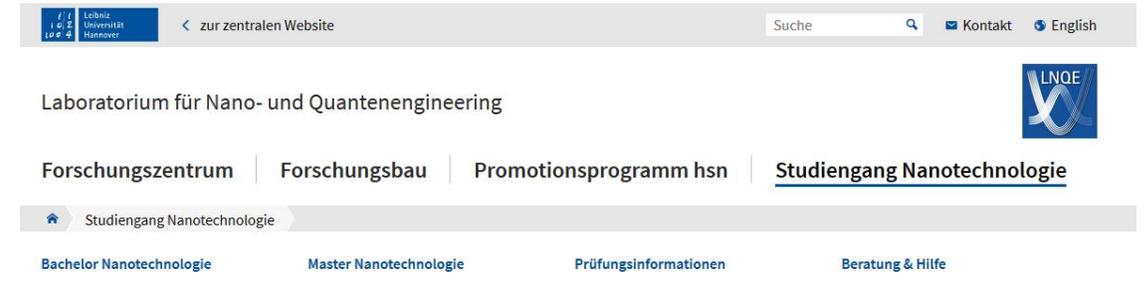
Fachrat Nanotechnologie



Mehr Infos zum Studiengang Nanotechnologie



- Website der Leibniz Universität Hannover
- Website des LNQE



STUDIENGANG NANOTECHNOLOGIE



www.LNQE.uni-hannover.de

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

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