



Laboratorium für
Nano- und Quantenengineering



Leibniz
Universität
Hannover

Nanotechnologie studieren an der Leibniz Universität Hannover

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

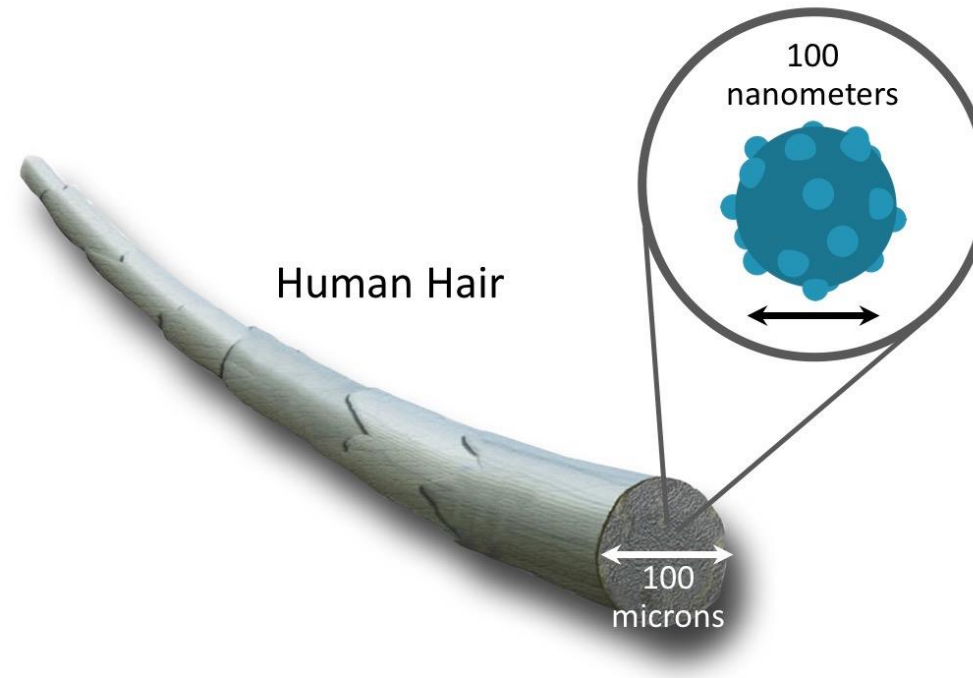
HIT 2024,
Di 10.09.2024, 09:30 – 10:15 Uhr
Mi 11.09.2023, 13:30 – 14:15 Uhr





Nanotechnologie

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

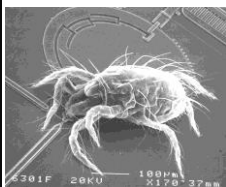


Quelle: Massachusetts Institute of Technology, USA

The Scale of Things – Nanometers and More



Things Natural



Dust mite
200 μm

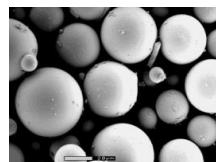


Human hair
~60-120 μm wide

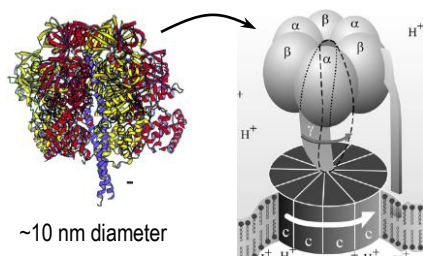
Red blood cells
(~7-8 μm)



Ant
~5 mm



Fly ash
~10-20 μm

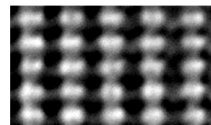


~10 nm diameter

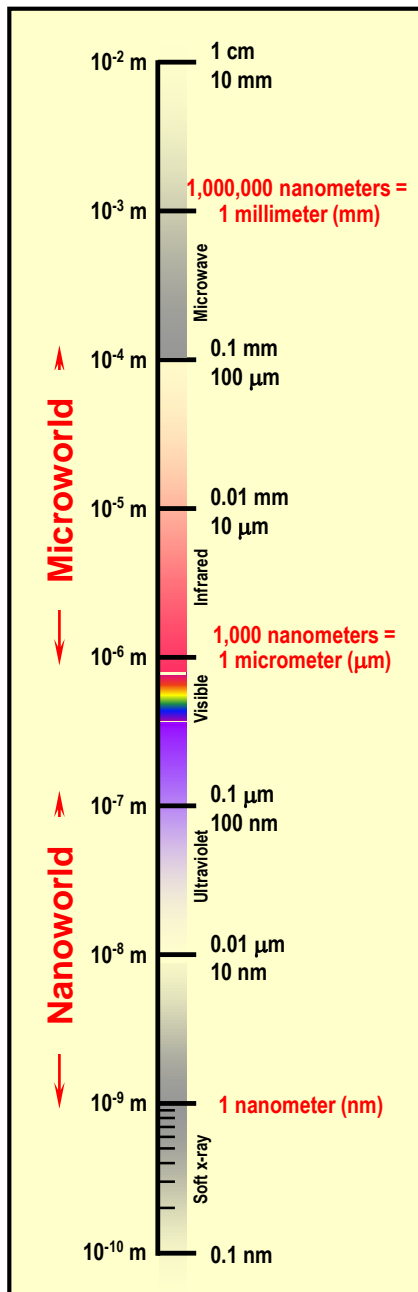
ATP synthase



DNA
~2-1/2 nm diameter



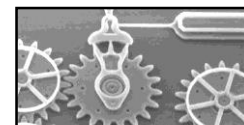
Atoms of silicon
spacing 0.078 nm



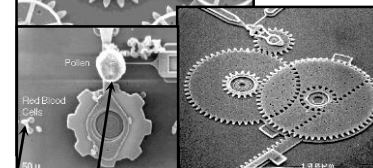
Things Manmade



Head of a pin
1-2 mm

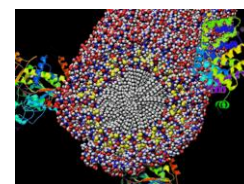


MicroElectroMechanical (MEMS) devices
10 -100 μm wide

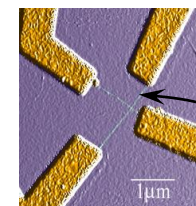


Pollen grain
Red blood cells

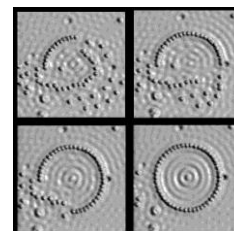
Zone plate x-ray "lens"
Outer ring spacing ~35 nm



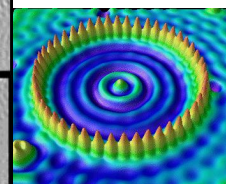
Self-assembled, Nature-inspired structure
Many 10s of nm



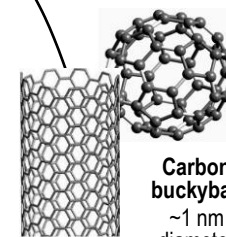
Nanotube electrode



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

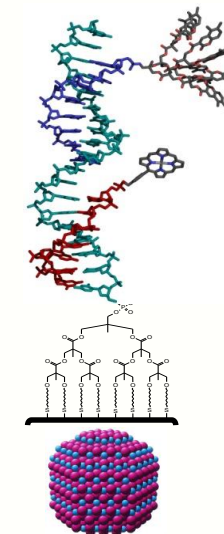


Carbon nanotube
~1.3 nm diameter



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



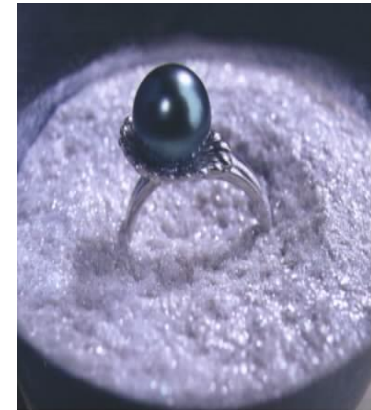
Anwendungen von Nanoeffekten



Effektlack



Lebensmittel



Schmuck



Polymere



Kosmetika

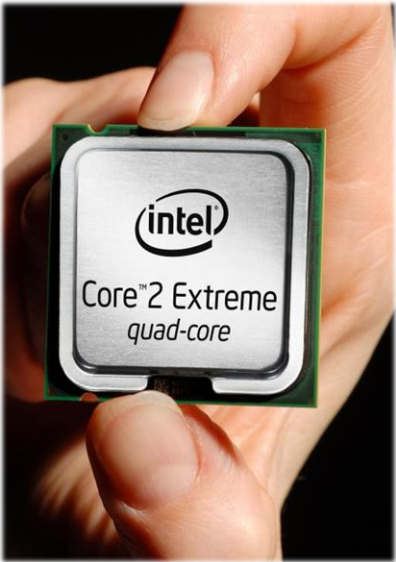


Papier und Drucke

Nanoelektronik



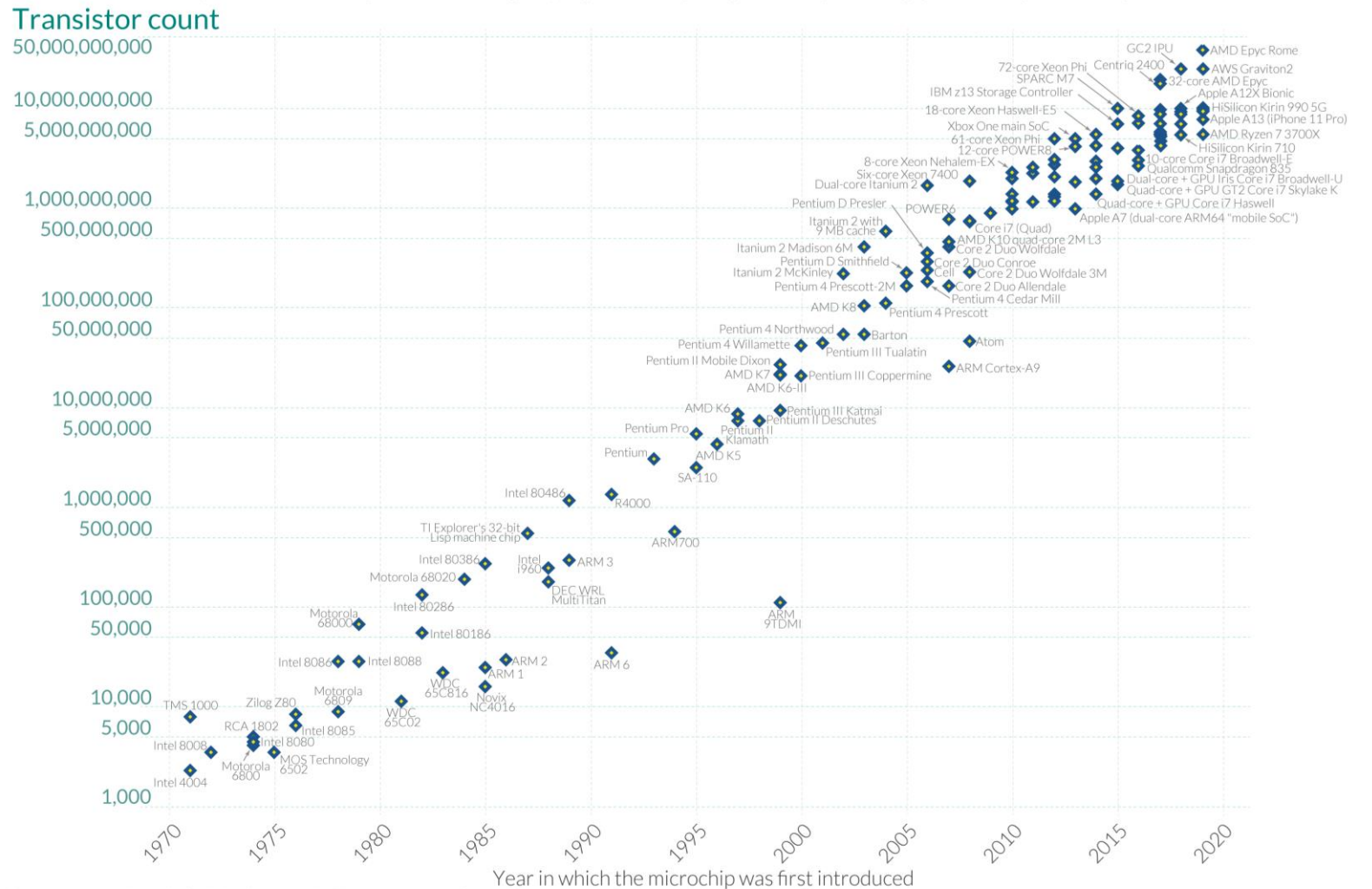
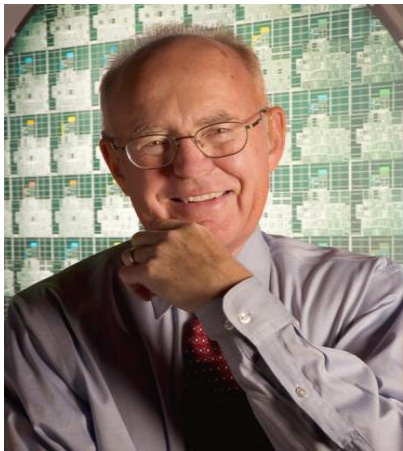
Entwicklung von Materialien und Technologien für die elektronischen Lösungen der Zukunft



Das „Moore'sche Gesetz“

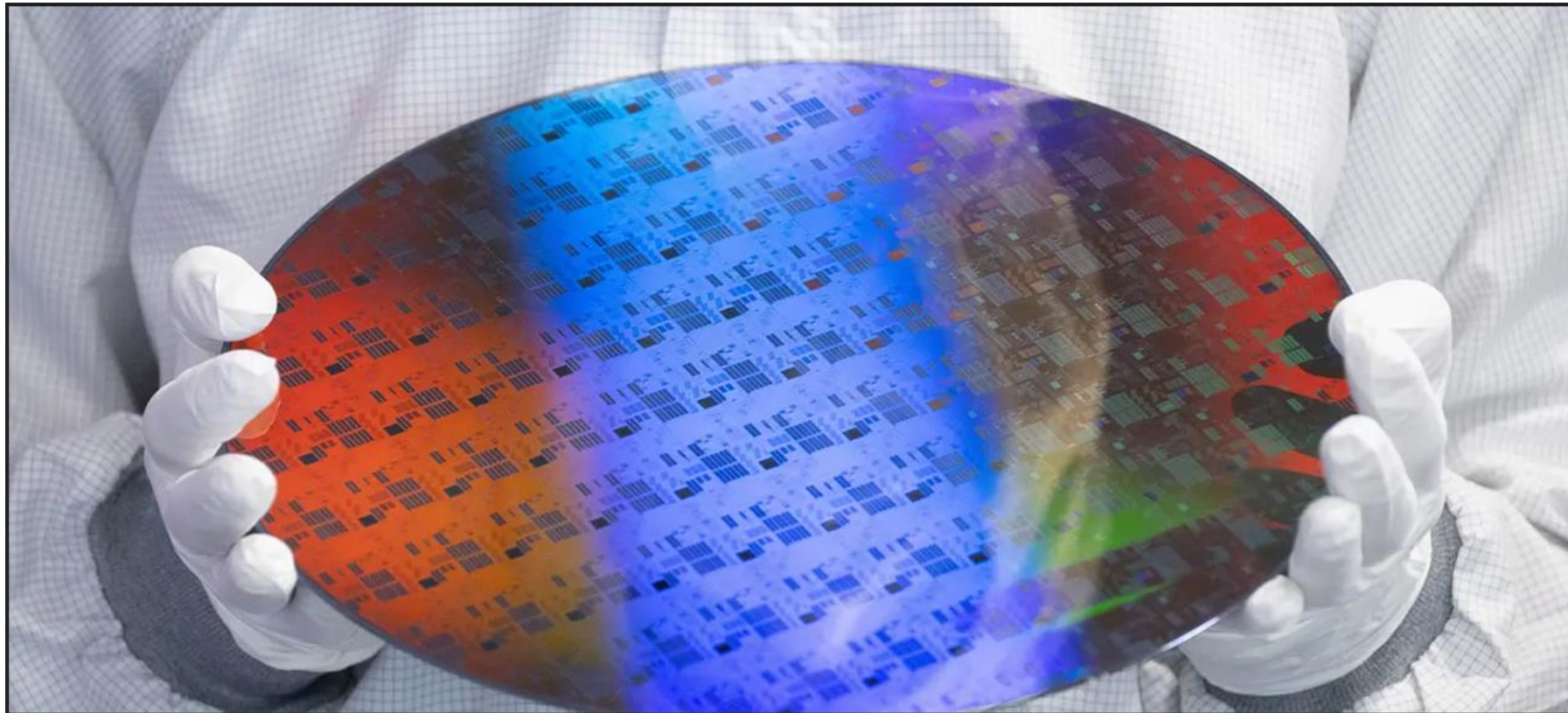
Quelle: Our World in Data

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



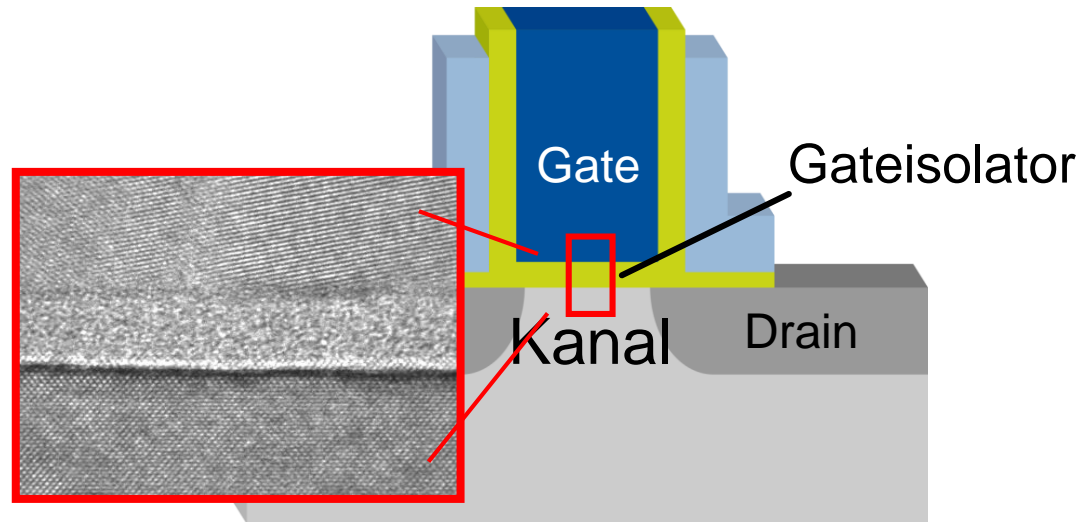
Data source: Wikipedia (wikipedia.org/wiki/Transistor_count)
 OurWorldinData.org – Research and data to make progress against the world's largest problems. Licensed under CC-BY by the authors Hannah Ritchie and Max Roser.

Mehr Chips "made in Europe"

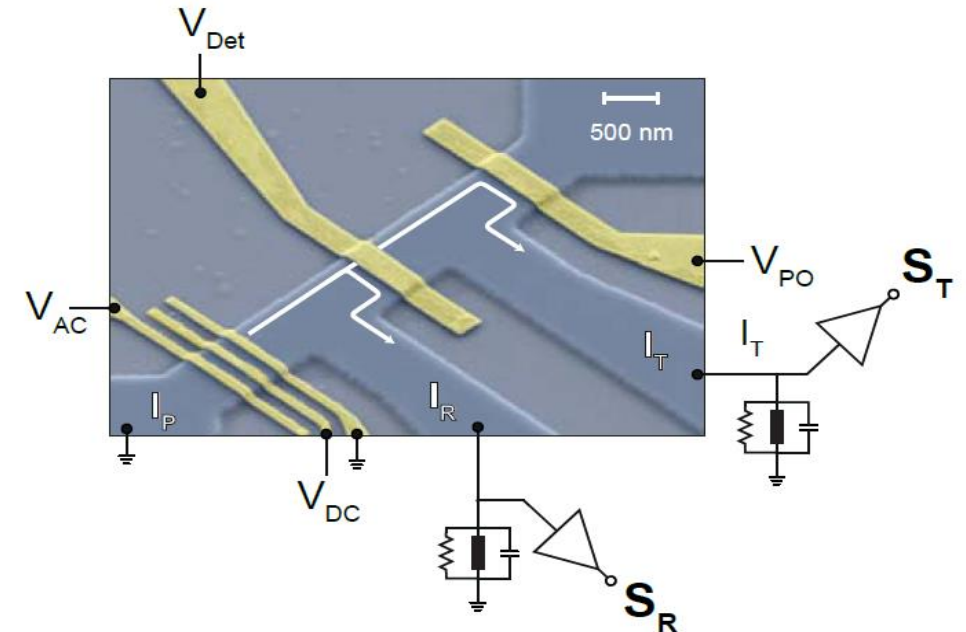


Quelle: tagesschau.de 19.04.2023

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

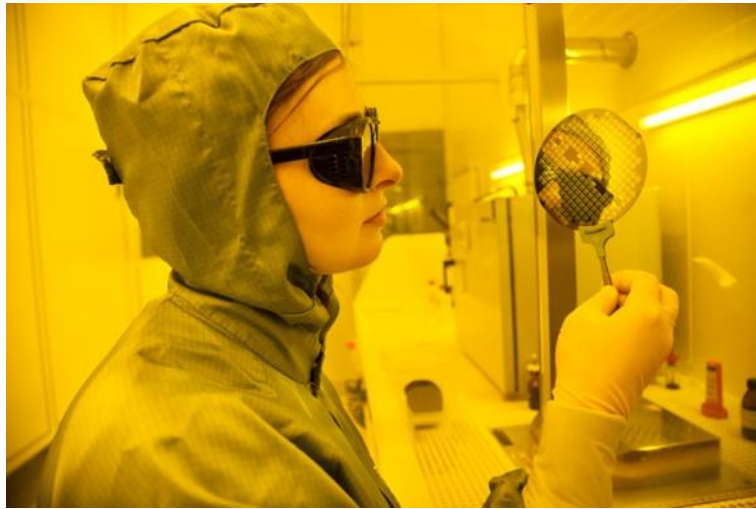
Interdisziplinäres Forschungszentrum der Leibniz Universität Hannover
auf dem Gebiet Nanotechnologie

- 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



Master of Science

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

Nanotechnologie (Bachelor of Science)



Steckbrief

ART DES STUDIUMS	Grundständig (1-Fach-Bachelor)
REGELSTUDIENZEIT	6 Semester
STUDIENBEGINN	Wintersemester
HAUPTUNTERRICHTSSPRACHE	Deutsch
SPRACHANFORDERUNGEN	Deutsche HZB: keine Internationale Bewerbung: Deutsch C1 Mehr erfahren ↗
ZULASSUNG	Zulassungsfrei
INTERNATIONAL	Auslandsaufenthalt ↗ möglich, aber nicht verpflichtend.

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 III 6 LP			22
	Physik	Experimentalphysik Teil 1 14 LP		Optik, Atome, Moleküle, Quantenphänomene 8 LP	Grundpraktikum Physik 4 LP		26
	Chemie			Allgemeine Chemie I für Nanotechnologie 5 LP	Chemische Thermodynamik 6 LP		
			Seminar und Praktikum Allgemeine Chemie II 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			Chemie der Elemente 5 LP	Optische Materialien, Chemie der Quantenpunkte & Computerchemie 10 LP		20
					Anorganische Festkörperchemie 5 LP			
		WK Physik			Elektronik 6 LP	Praktikum Elektronik 4 LP		20
					Quantenphysik I für Technologen 6 LP	Einführung in die Festkörperphysik 8 LP		
	Technik (1WK)	WK ET			Grundlagen der Halbleiterbauelemente 4 LP	Regelungstechnik I 4 LP		20
					Halbleiterschaltungstechnik 4 LP	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			
Fachpraktikum						Fachpraktikum 15 LP		15
Bachelorarbeit							Bachelor- arbeit 15 LP	15
LP		29	31	Ca. 30	Ca. 30	ca. 30	ca. 30	180

Zugangsvoraussetzungen & Tipps

- Zulassungsfrei
- Was man braucht:
 - Naturwissenschaftliches Interesse
 - Mathematik
 - Durchhaltevermögen
- Tipps:
 - Integrierter Vorkurs der Naturwissenschaftlichen Fakultät
 - 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

Nanotechnologie (Master of Science)



Steckbrief

ART DES STUDIUMS	Weiterführend (Master)
REGELSTUDIENZEIT	4 Semester
STUDIENBEGINN	Wintersemester, Sommersemester
HAUPTUNTERRICHTSSPRACHE	Deutsch
SPRACHANFORDERUNGEN	Deutsche HZB: keine Internationale Bewerbung: Deutsch C1 Mehr erfahren ↗
ZULASSUNG	Zulassungsfrei
INTERNATIONAL	Auslandsaufenthalt ↗ möglich, aber nicht verpflichtend.

Pflichtmodul „Methoden der Nanotechnologie“	11 LP
3 Wahlpflichtmodule	37 - 45 LP
Wahlmodule	15 - 23 LP
Studium Generale	6 LP
Labore	12-13 LP
Masterarbeit (6 Monate)	30 LP

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

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



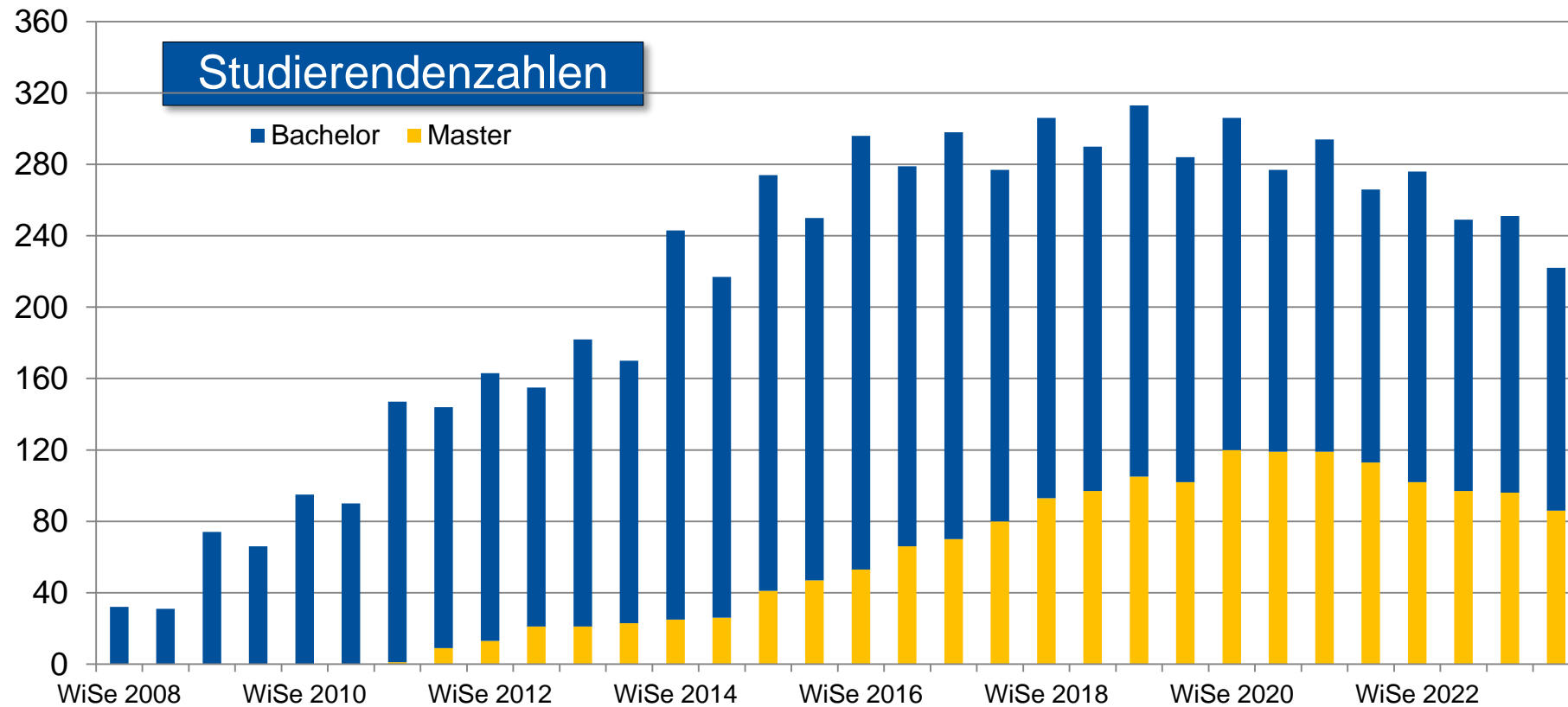
...Andere Berufe

*...und akademische
Karriere*

*...und eigene
Firma gründen*

Quelle: Hessen Nanotech 2007

Studiengang Nanotechnologie



Abschlüsse 2023: B. Sc. : 26 M. Sc. : 26 Frauenanteil: 26 %

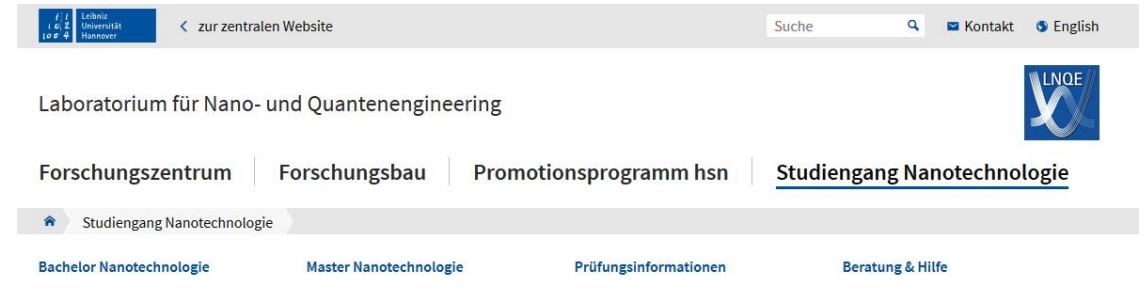
Fachrat Nanotechnologie



Mehr Infos zum Studiengang Nanotechnologie



- Website der Leibniz Universität Hannover
- Website des LNQE



STUDIENGANG NANOTECHNOLOGIE



www.LNQE.uni-hannover.de