



Laboratorium für
Nano- und Quantenengineering



Leibniz
Universität
Hannover

Begrüßungsveranstaltung Erstsemester Nanotechnologie 2021

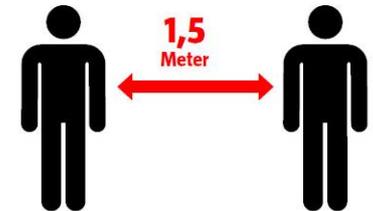
Fritz Schulze-Wischeler
Laboratorium für Nano- und Quantenengineering
Leibniz Universität Hannover

Montag, dem 11.10.2021 um 15:00 -16:30 Uhr



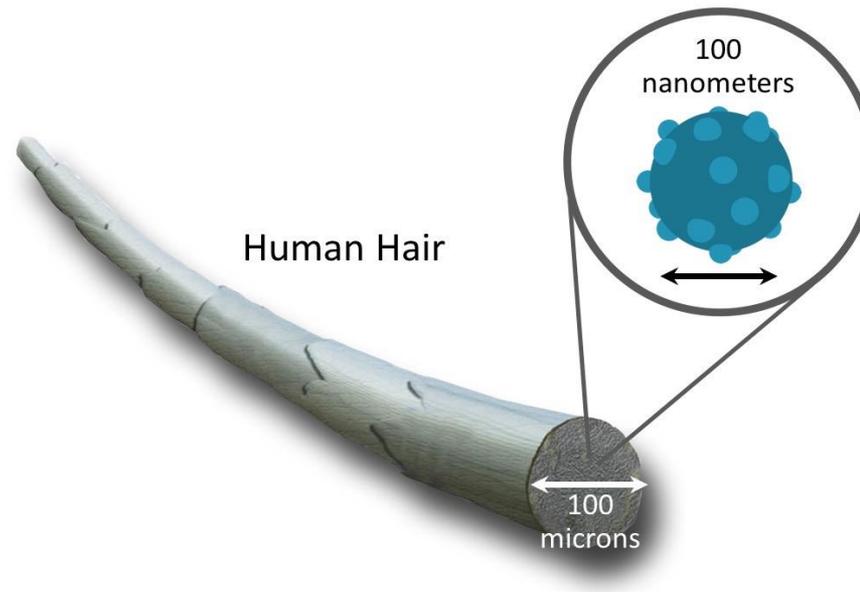
LUH Campus – Safer Science!

- Es gilt 3G-Regel: Nur geimpfte, genesene oder getestete Personen haben Zutritt zur LUH
- Direkt nach Betreten der Gebäude der LUH müssen die Hände gewaschen werden
- Auf allen Verkehrswegen gilt Maskenpflicht (Flure, Treppen, Aufzüge, WCs)
- Wo immer möglich, muss ein Abstand von mindestens 1,5 Metern zu anderen Personen gehalten werden
- Ist ein Mindestabstand von 1,5 Metern nicht sicher einzuhalten, muss eine Mund-Nase-Bedeckung getragen werden
- Personen mit COVID-19-verdächtigen Symptomen dürfen die Gebäude der LUH nicht betreten
- Umfassende und **aktuelle** Informationen gibt es im Corona-FAQ auf www.uni-hannover.de



Nanotechnologie

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

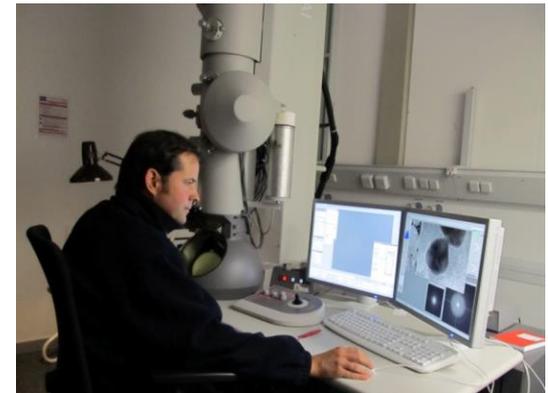


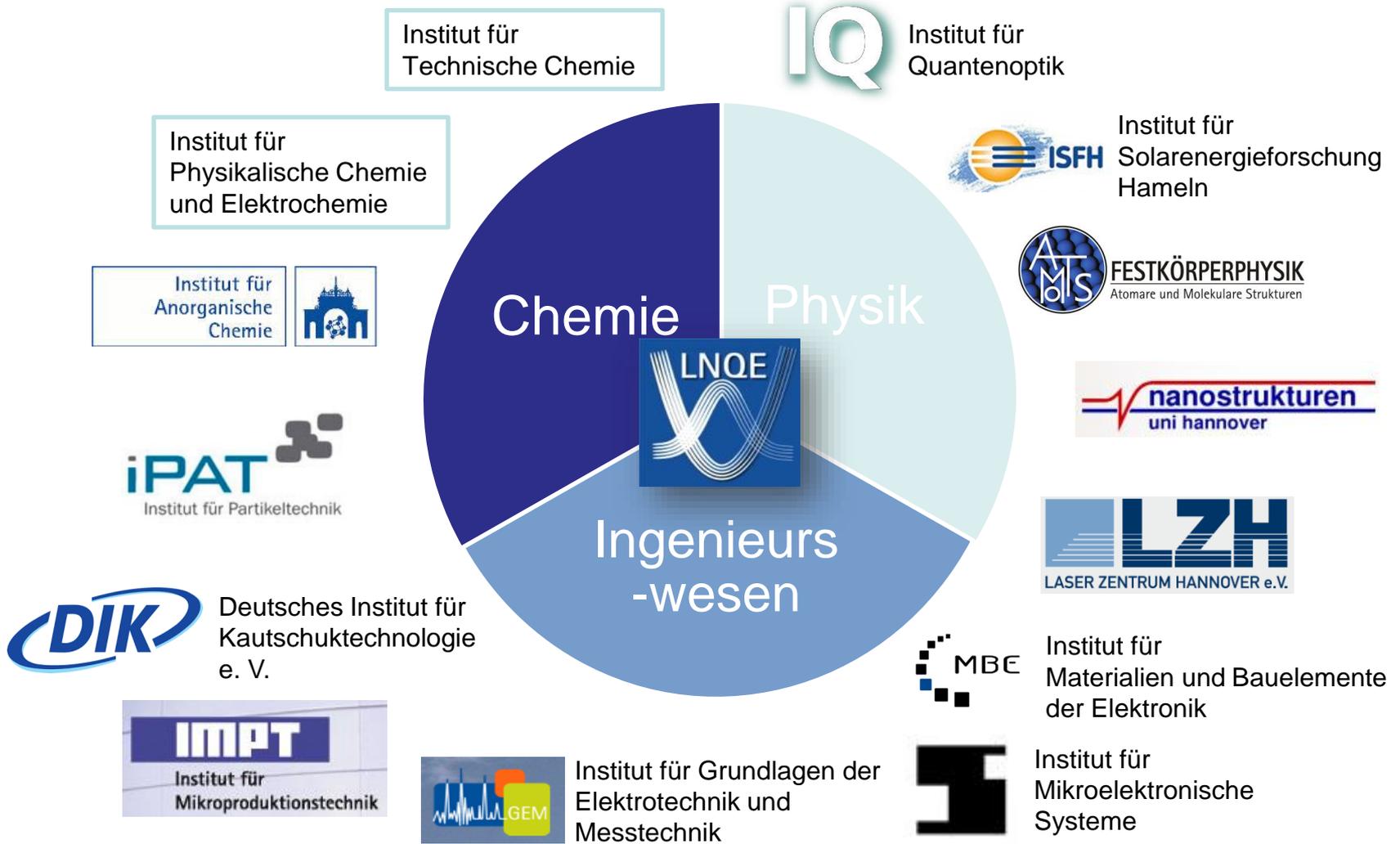
Quelle: Massachusetts Institute of Technology, USA

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 430 qm Reinraum





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

LNQE-Forschungsbau



LNQE-Forschungsbau



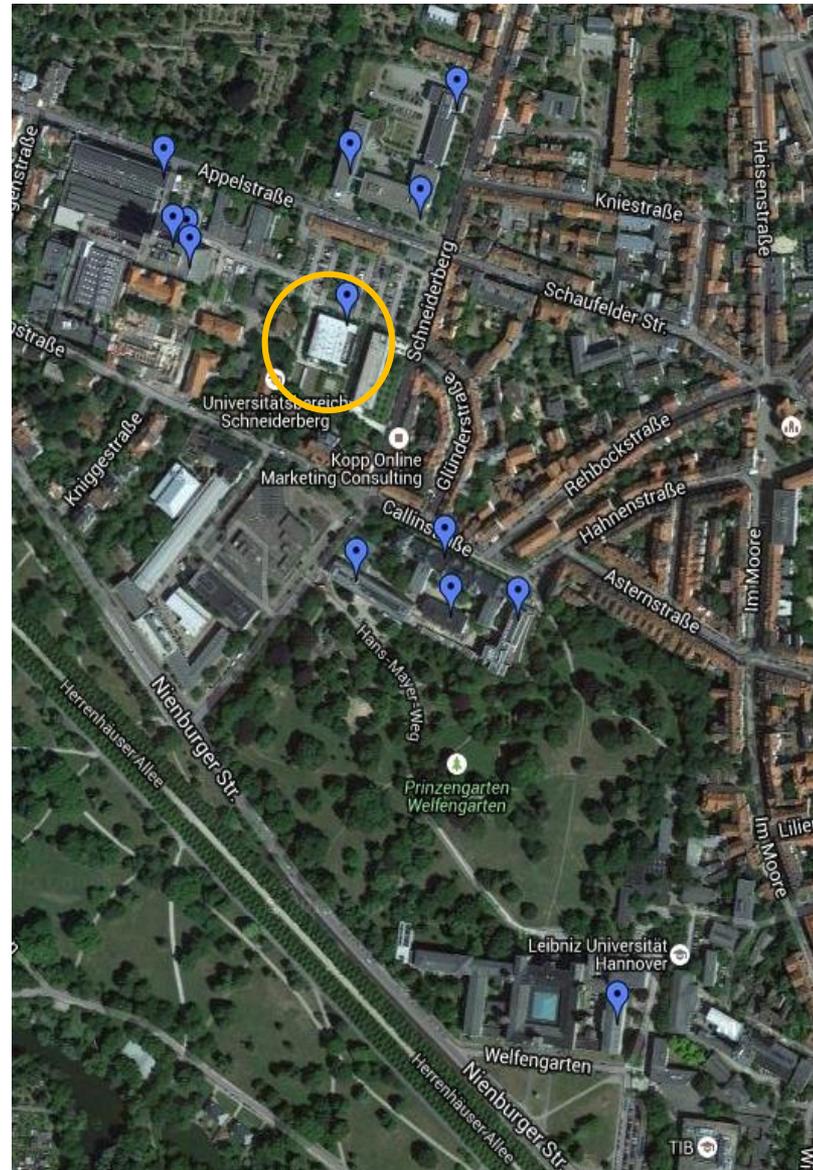
Produktionstechnisches Zentrum Hannover



Laser Zentrum Hannover



Institut für Solarenergieforschung Hameln



Quelle: Google Maps

LNQE-Forschungsbau

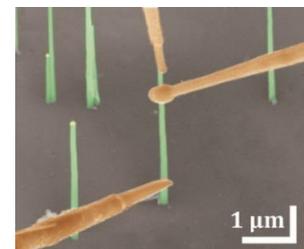
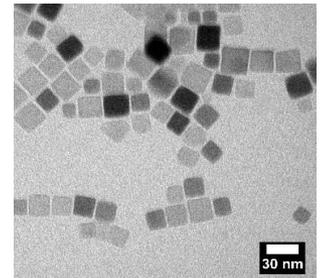
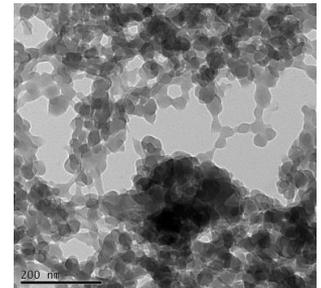
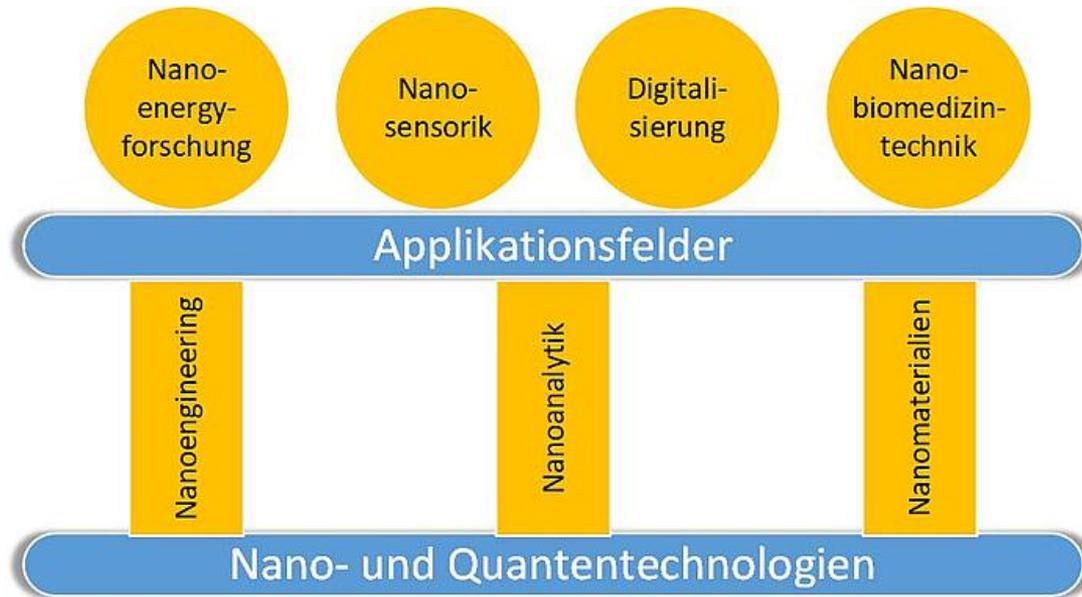
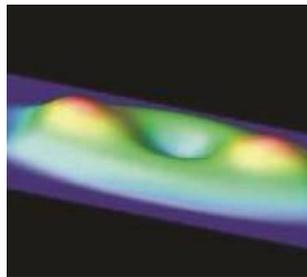
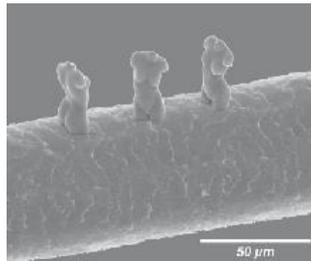


Halbleiter-Labor im LNQE-Forschungsbau

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



Forschungsschwerpunkte des LNQE



Weitere Aktivitäten



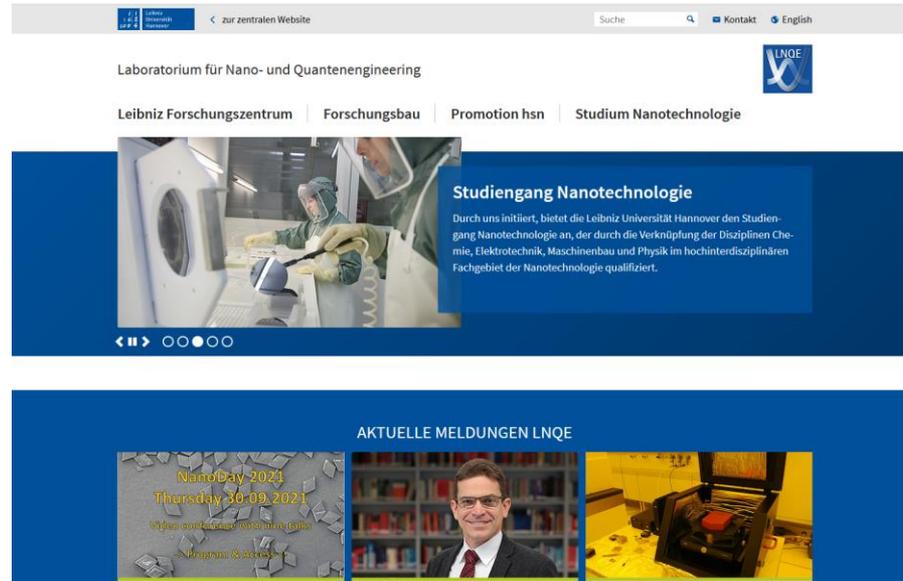
LNQE-Kolloquiumsreihe



„Nacht, die Wissen schafft“



Wirtschaftsempfang



www.LNQE.uni-hannover.de



Konferenzfoto NanoDay



Workshops

Studiengang Nanotechnologie

Bachelor of Science



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

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
 - ✓ 450 h Bachelorarbeit mit abschließender Präsentation

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. Relativität 6LP	Physik II - Elektrizität 8LP	Physik III - Optik, Atomph., Quantenphän. 8LP	Grundpraktikum Physik 4 LP			26
	Chemie			Einführung in die Allgemeine und Anorg. Chemie 5 LP	Physikalische Chemie I 6 LP			16
Praktikum und Seminar Allgemeine und Anorg. Chemie 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
					Quantenmechanik für Nanotechnologie 6 LP	Einführung in die Festkörperphysik 8LP		
	Technik (1WK)	WK ET			Grundlagen der Halbleiterbauem 4 LP	Regelungstechnik I 4LP		20
					Halbleiterschaltungstechnik 4 LP	Sensorik und Nanosensoren 5LP		
					Informationstechnisches Praktikum 3LP			
	WK MB			Mikro und Nanosysteme 5LP		Regelungs- technik I + Tutorium 5LP	20	
				Werkstoffkunde A + B und Praktikum 10 LP				
	Schlüssel- kompetenzen	Schlüssel- kompetenzen			Auswahl aus Veranstaltungen im Bereich Schlüsselkompetenzen lt. Modulkatalog im Umfang von 5 L			
Fachpraktikum						Fachpraktikum 15 LP		15
Bachelorarbeit							Bachelor- arbeit 15 LP	15
LP		29	31	Ca. 30	Ca. 30	ca. 30	ca. 30	180

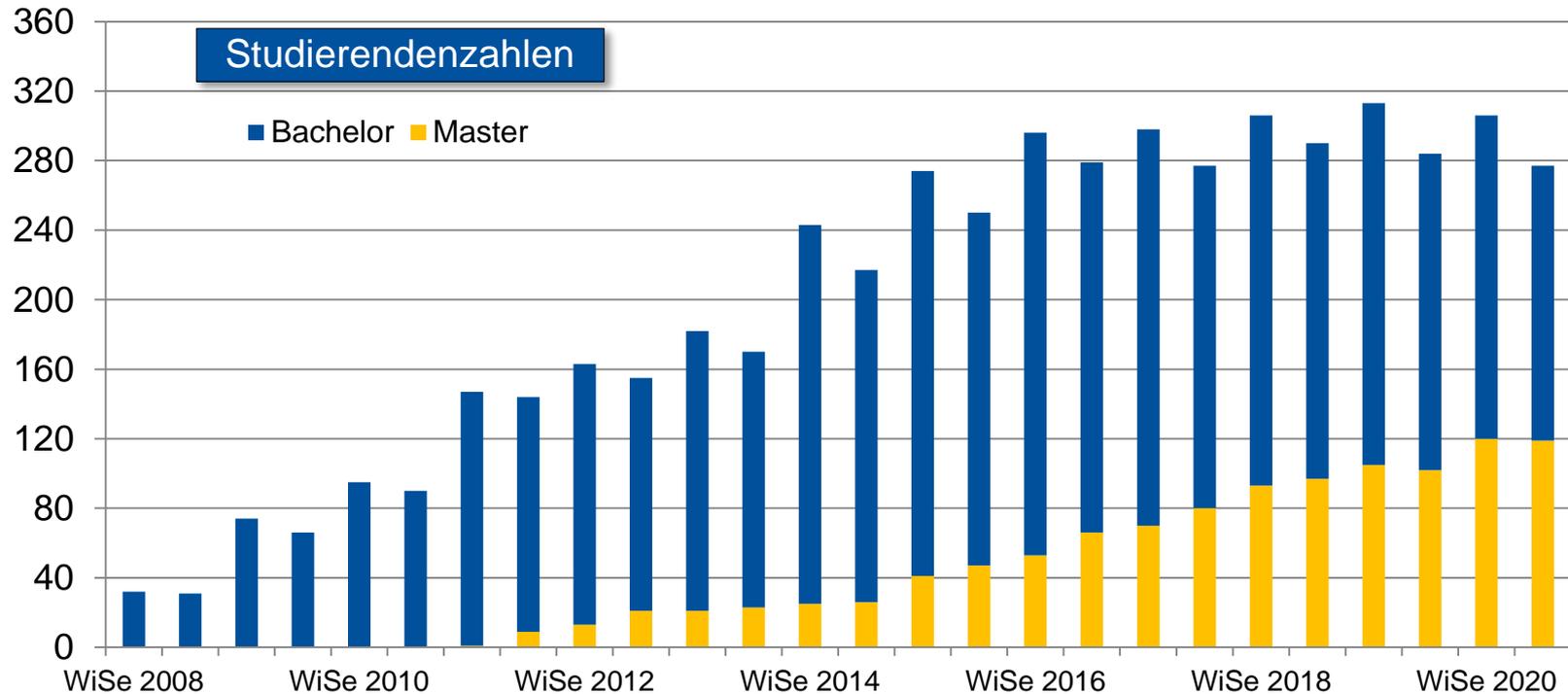
Master

- 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
 - ✓ Mikroprozesstechnik
 - ✓ Biomedizintechnik

- ✓ Wahlbereich mit 48 Modulen aus Naturwiss. und Ingen-Wiss.; es werden regelm. neue Module aufgenommen

Studiengang Nanotechnologie



Abschlüsse 2020: B. Sc. : 27 M. Sc. : 26

Frauenanteil: 28 %

"Leibniz Qualität in der Lehre,"
Siegel erfolgreich erhalten!

Berufsmöglichkeiten

...sind die Märkte

*...und eigene
Firma gründen*



*...Unternehmensberatung,
Finanzwirtschaft,
Patentwesen, ...*

*...und akademische
Karriere*

Quelle: Hessen Nanotech 2007

Kümmerer in der Studienkommission



Chemie:
Prof. Dr. Nadja Bigall



Elektrotechnik:
Prof. Dr. H. Jörg Osten



Physik:
Prof. Dr. Rolf Haug



Maschinenbau:
Prof. Dr.-Ing. Marc. C. Wurz

Prof. Nadja Bigall – Kümmerin der Chemie

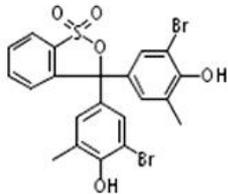


Bio-mimetische anorganische Optikpigmente

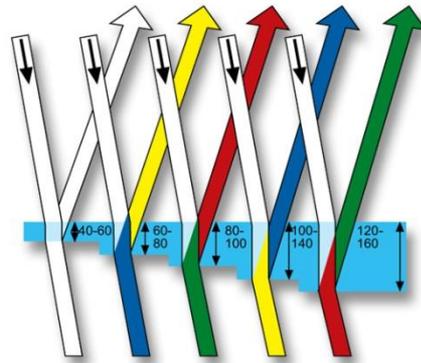


© Thomas Seilnacht

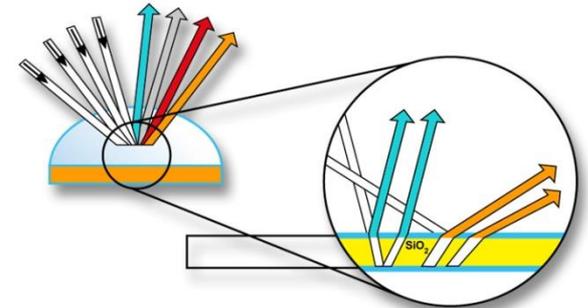
Purpur snail:
Contains real dye



Butterfly:
Colorful without dye



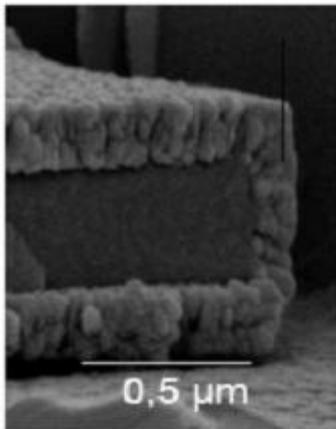
Pearl:
Weak shining



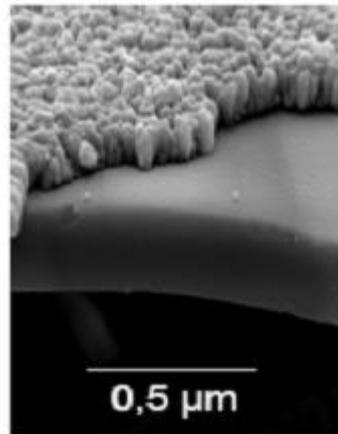
Metalloxid-Glimmerpigmente

(Mit einem Metalloxidfilm beschichtete Glimmerflocken)

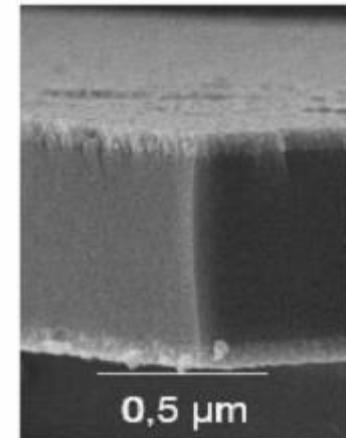
$\text{SiO}_2(1,46)$



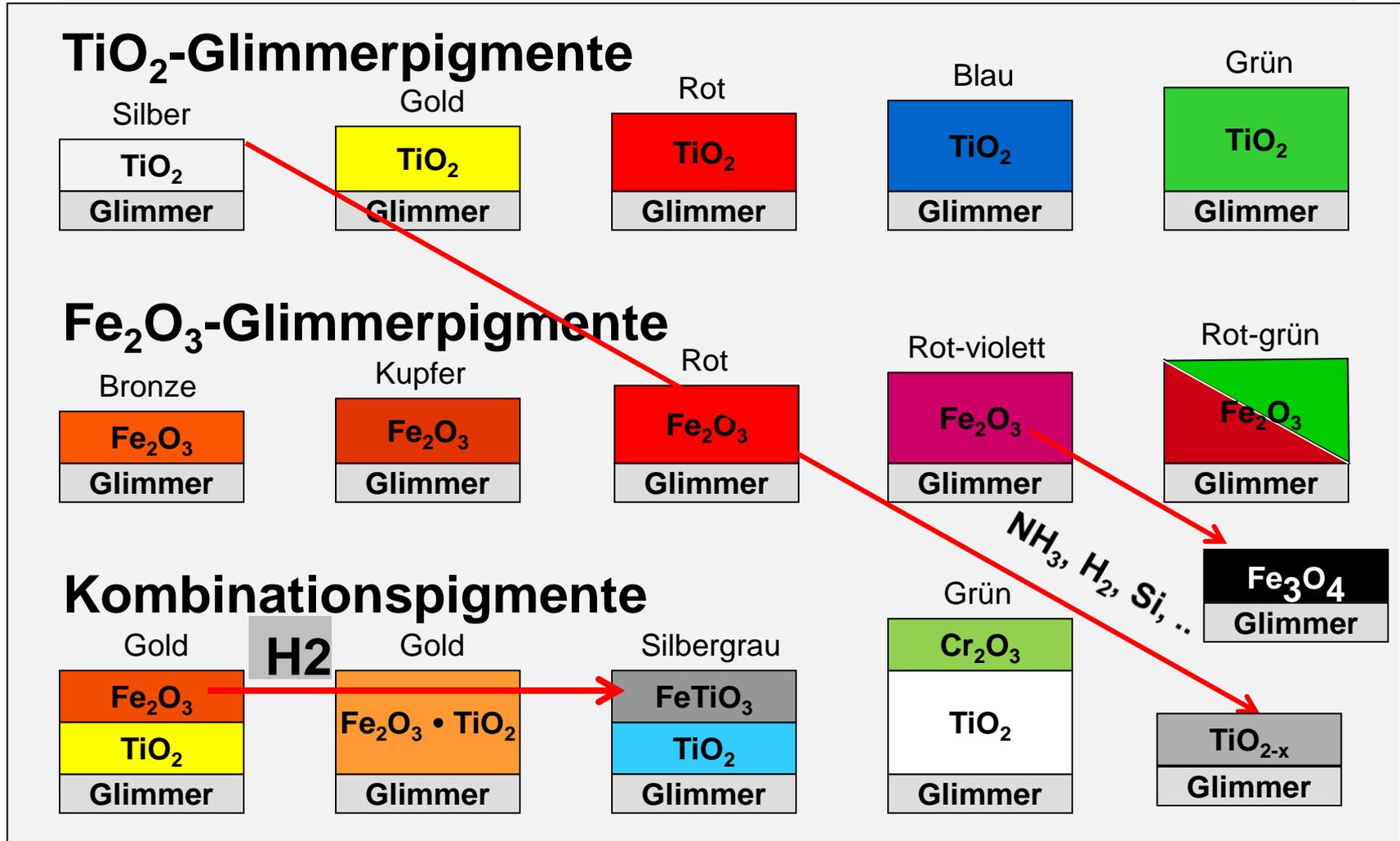
$\text{Al}_2\text{O}_3(1,76)$



Ca-Al-Borosilikat(1,45-1,80)



Übersichtsschema der Farbglanzpigmente



Anwendung von Optik-Pigmenten



Effektlackierungen



**Lebens-
mittel**



Schmuck



Kunststoffe

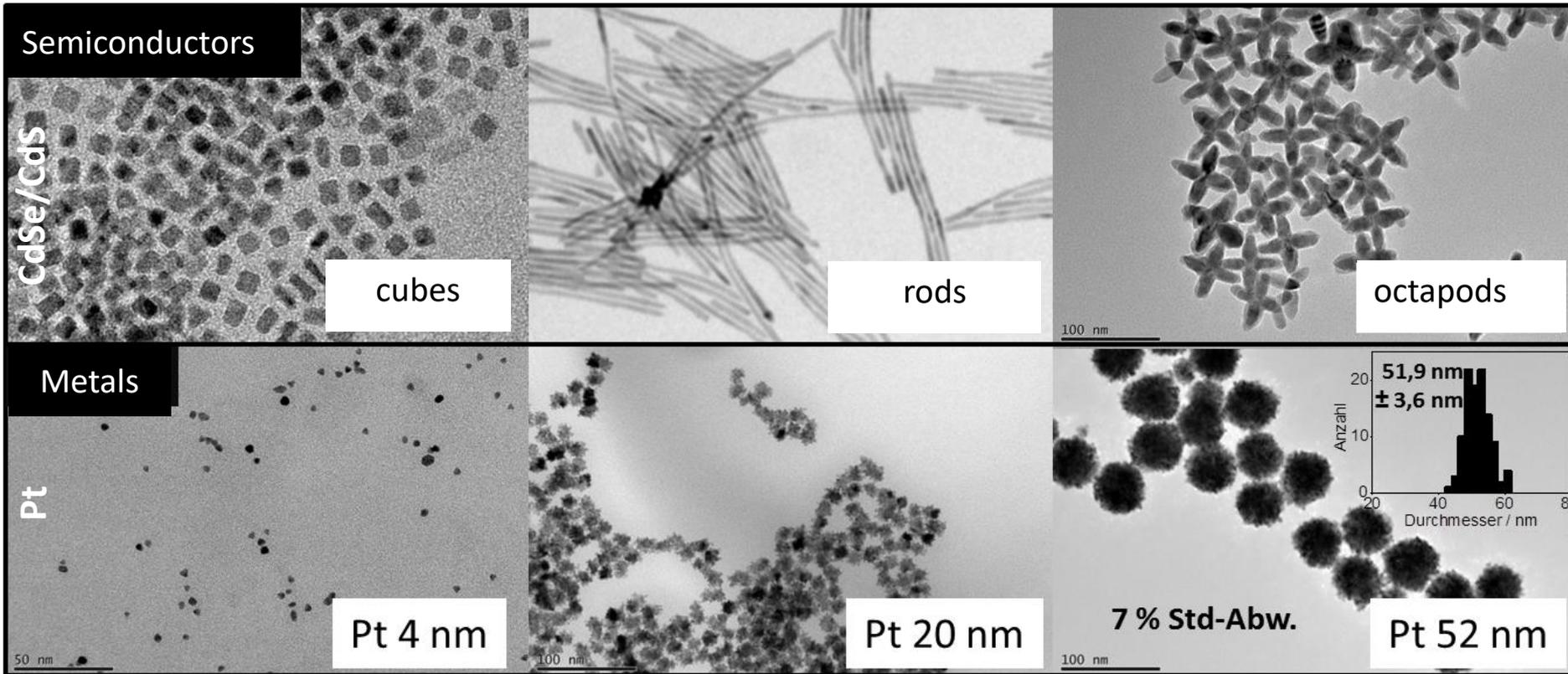


Kosmetika



Papier & Textildruck

Formkontrollierte Nanopartikeln aus verschiedenen Materialien



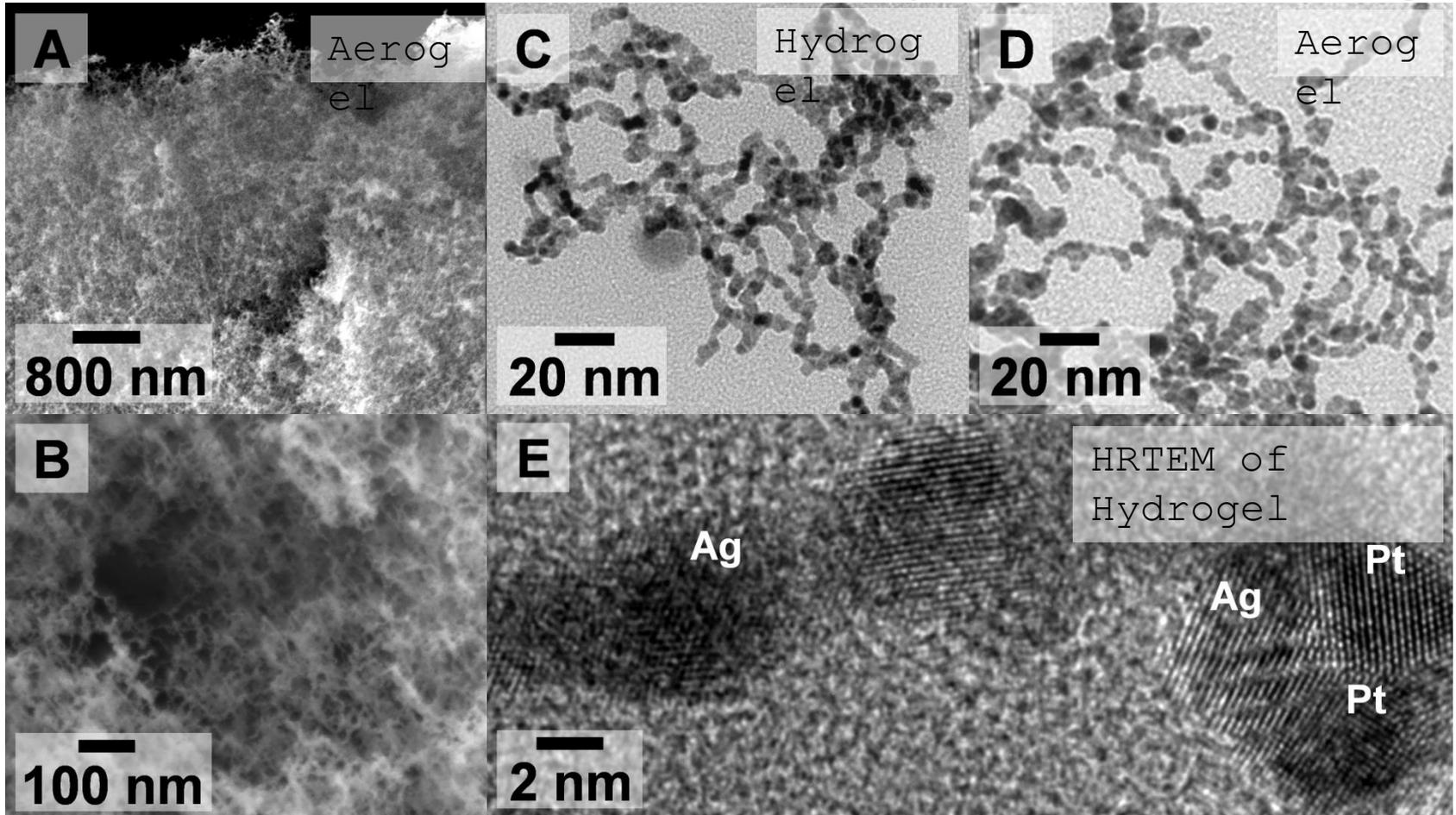
- Große Kontrolle über Größe, Form, Zusammensetzung, Kristallfacetten, Oberflächenchemie
- Beispielmaterialeien: Metalle, Metalloxide, Halbleiter, Kombinationen
- Nanoskopische Eigenschaften/Effekte: Plasmonen, Größenquantisierung, Superparamagnetismus

Aerogele aus Nanopartikeln: Makroskopische Materialien mit Eigenschaften der Nanos

Nanoteilchen werden so assembliert, dass sie makroskopisches Netzwerk bilden

Z.B. Platin-Silber Gele

Spezifische Oberfläche: $46 \text{ m}^2\text{g}^{-1}$



Gele aus Nanoteilchen z.B. besonders interessant für Elektrokatalyse

Was ist das für ein Nanomaterial ? → Fahrzeug-Reifen



Der Reifen – ein Kunstwerk



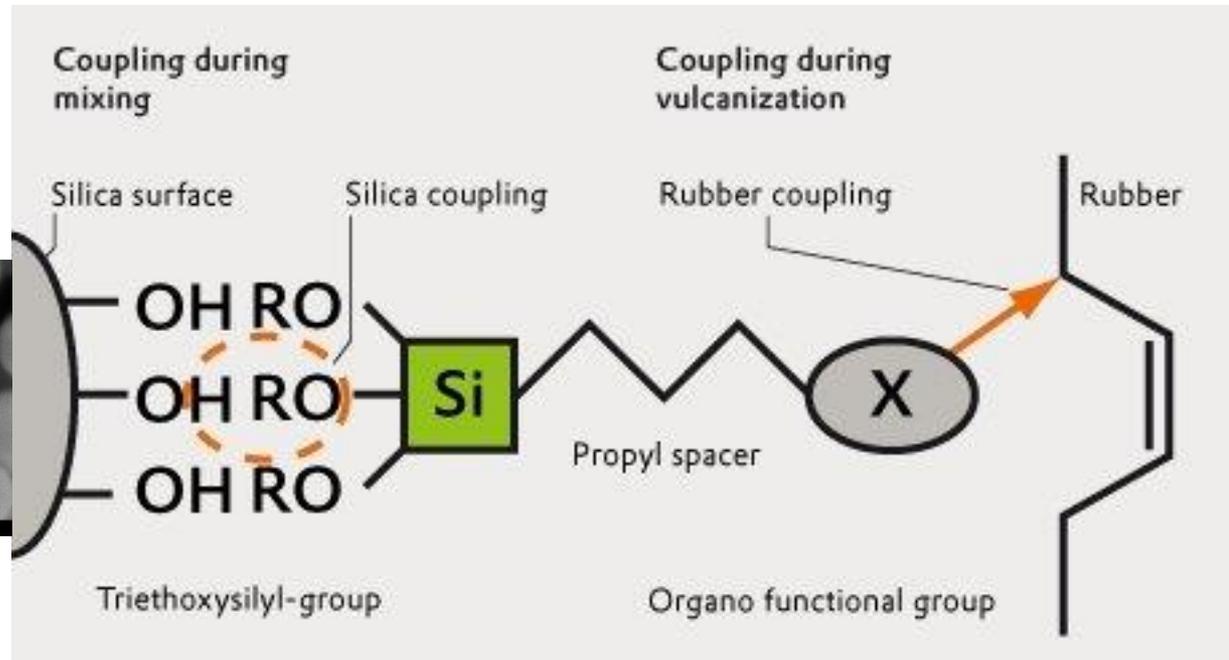
1. **Bead Core** – Steel Wire
2. **Apex** – Natural Rubber, Carbon Black
3. **Innerliner** – Butyl Rubber, Carbon Black
4. **Carcass** – Textile (PLT) or Steel Cord (CVT)
5. **Rim Strip** – Natural / Butadiene Rubber, Carbon Black
6. **Belt** – Steel Cord
7. **Cap Ply** – Textile Cord (Polyamide, Hybrid)
8. **Sidewall** – Natural / Butadiene Rubber, Carbon Black
9. **Tread** – Styrene-Butadiene / Butadiene

Silica = SiO_2

/Natural Rubber, **Silica**, Silane, Softener (PLT); Natural Rubber, Carbon Black (CVT)

Nano's (SiO_2 , Ruß) müssen fest in Polymer (Reifengummi) eingebaut sein, Verbund Nano-Polymer muss unter Kraft halten

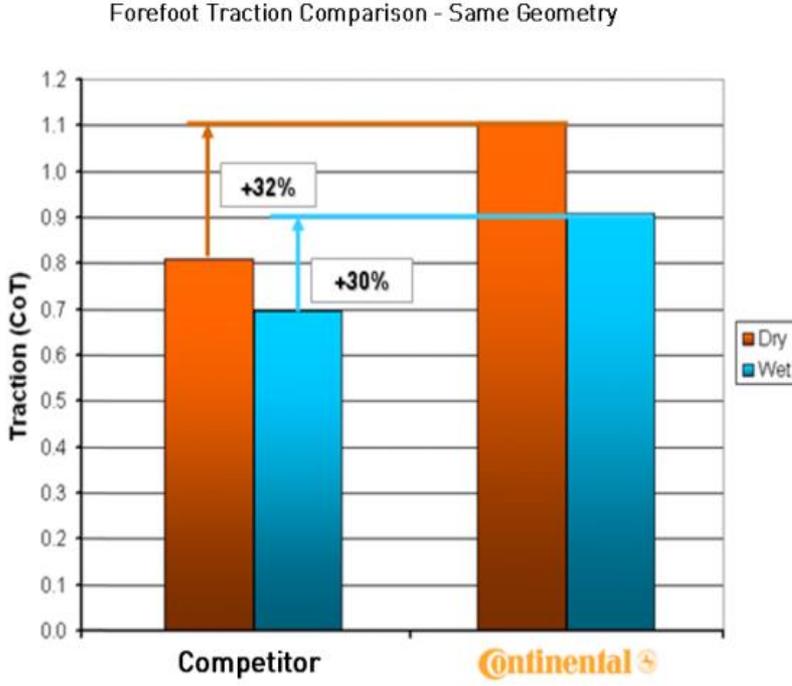
Vorteil des „grünen“ (SiO_2) Rußes gegenüber schwarzem Ruß



Schwarzer Ruß (Kohlenstoff): Physikalische Einlagerung in die Gummi-Matrix, Reibung → Wärme: 5% Kraftstoff-Verlust

Grüner Ruß (SiO_2): Chemisch mit der Gummi-Matrix verbunden, keine Reibung

adidas - Continental collaboration



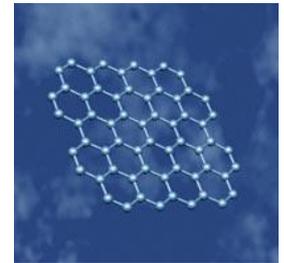
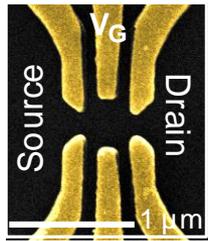
"I could really feel the grip, by how I was able to accelerate in the turns"

Patrick Makau
Marathon World Record Holder

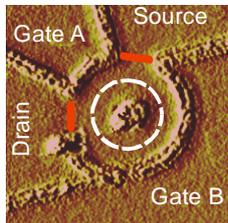
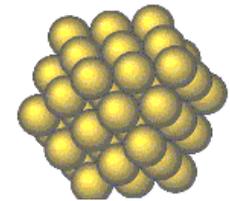
Prof. Rolf Haug – Kümmerer der Physik



Physik

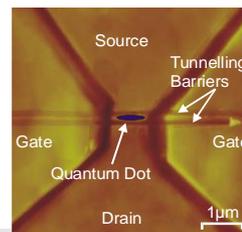


- gezieltes Ausnutzen der Physik in kleinen Dimensionen

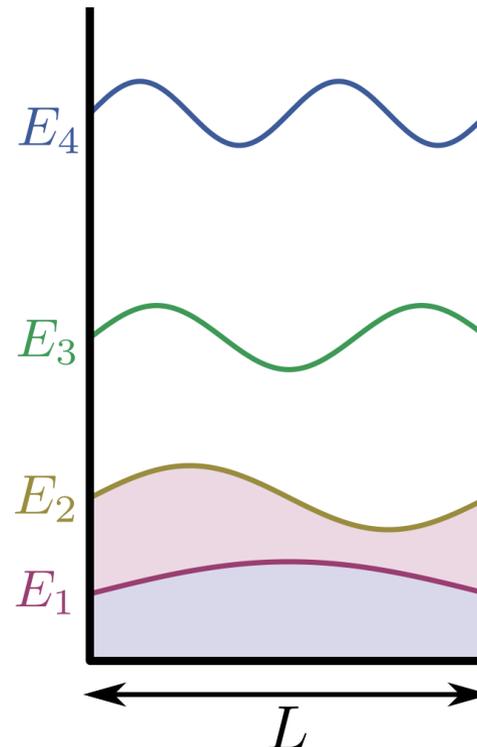


- neue oder bessere Eigenschaften und Funktionalitäten

- Quantenphysik wichtig

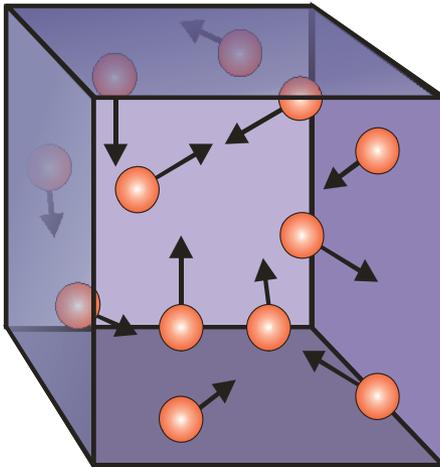


- Erklärt Grundprinzipien
- Verwendung in Chemie, Ingenieurwissenschaften
- Nanotechnologie:
- Übergang von klassischer Physik zur Quantenphysik



Dimensionalität ist wichtig!

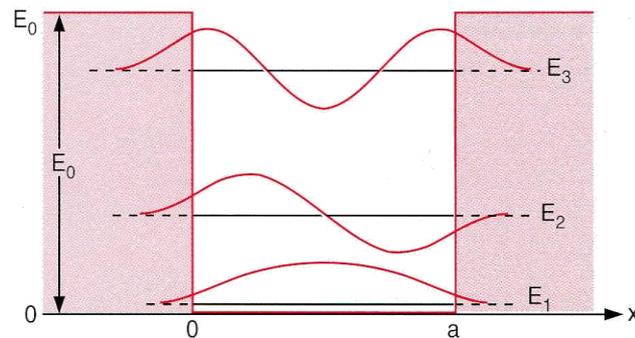
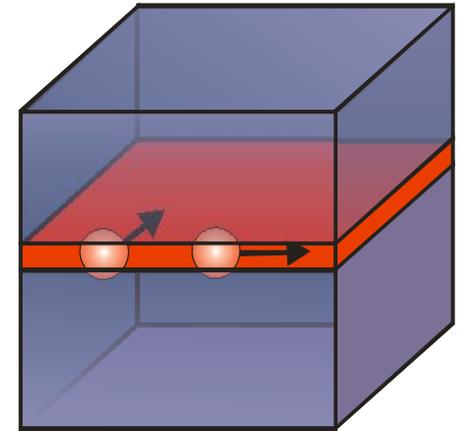
3d



„quantum size“ Effekt

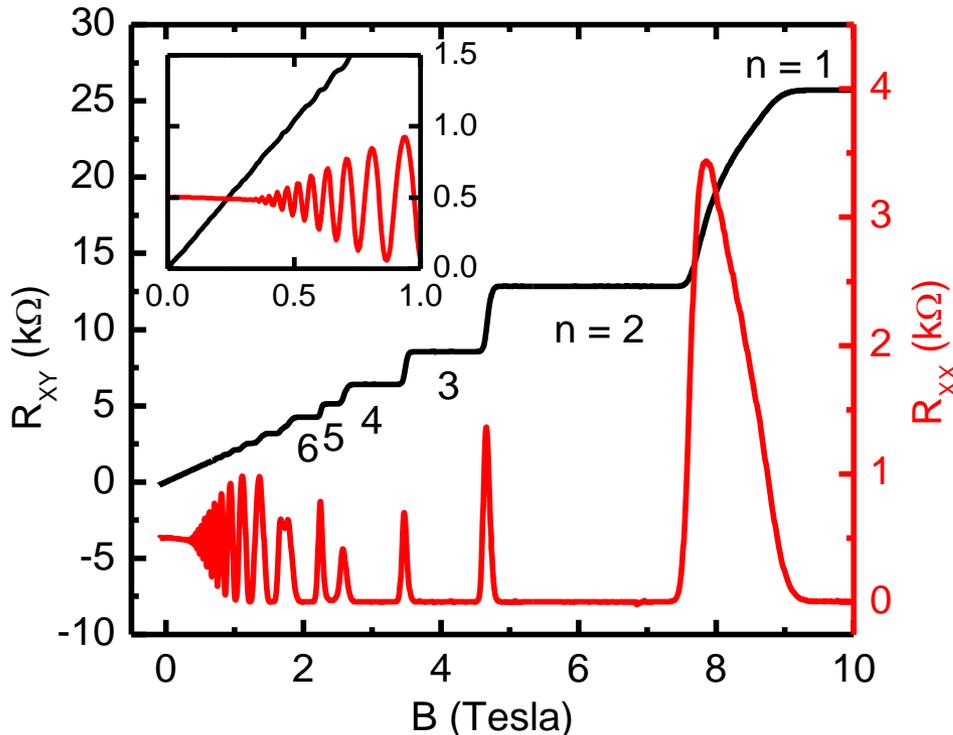
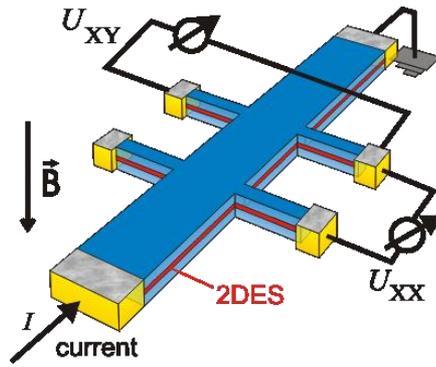


2d



Teilchen haben Wellencharakter

Quanten-Halleffekt



- Zweidimensionales Elektronengas im hohen Magnetfeld
- Hallwiderstand R_{xy} quantisiert

$$R_{xy} = \frac{1}{n} \cdot \frac{h}{e^2} \approx \frac{1}{n} \cdot 25812.807 \, \Omega$$

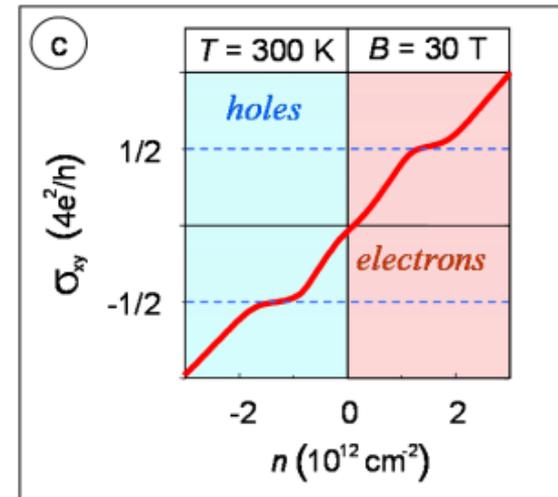
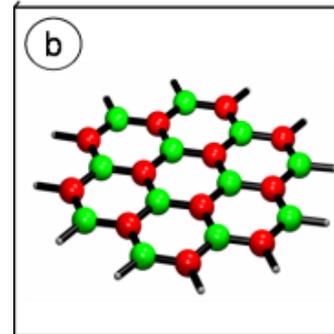
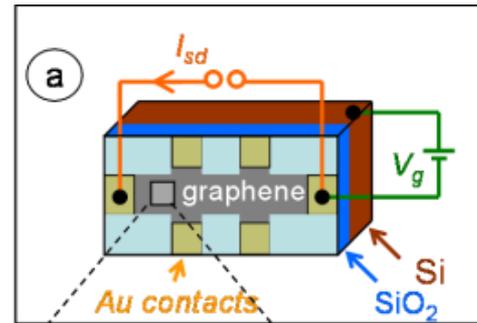
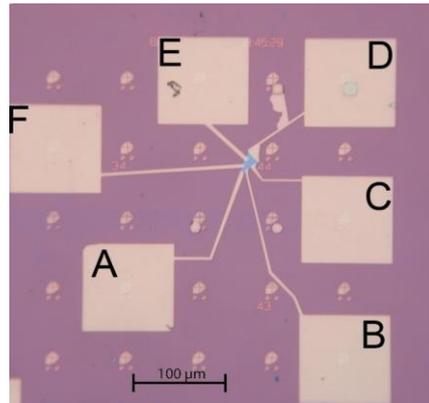
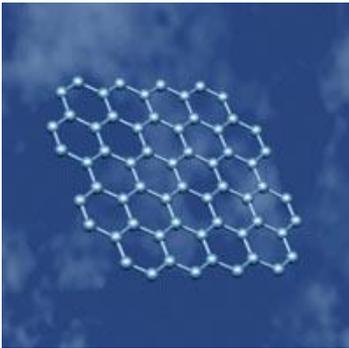
- Gleichzeitiges Verschwinden des Längswiderstandes R_{xx}

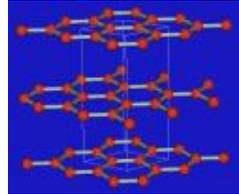
Nobelpreis in Physik 1985
Klaus von Klitzing

Quanten-Halleffekt bei Raumtemperatur in Monolage von Graphit: Graphen

ideales 2d System

Novoselov et al., Science 315 (2007)

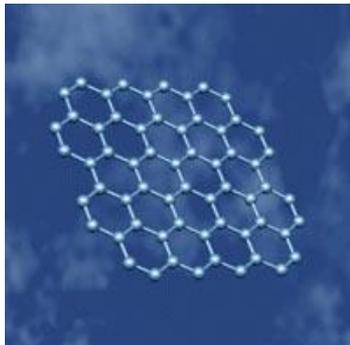




Graphit

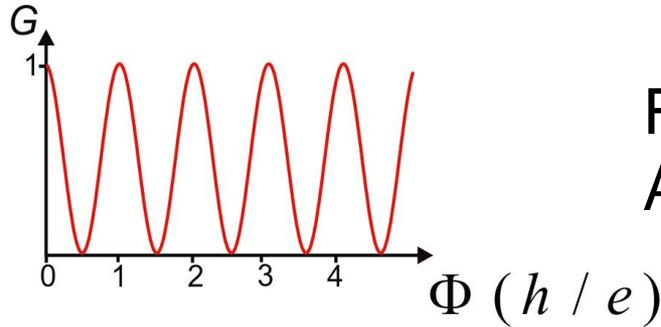
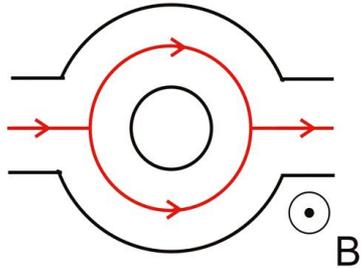


Nobelpreis in Physik 2010
Geim, Novoselov

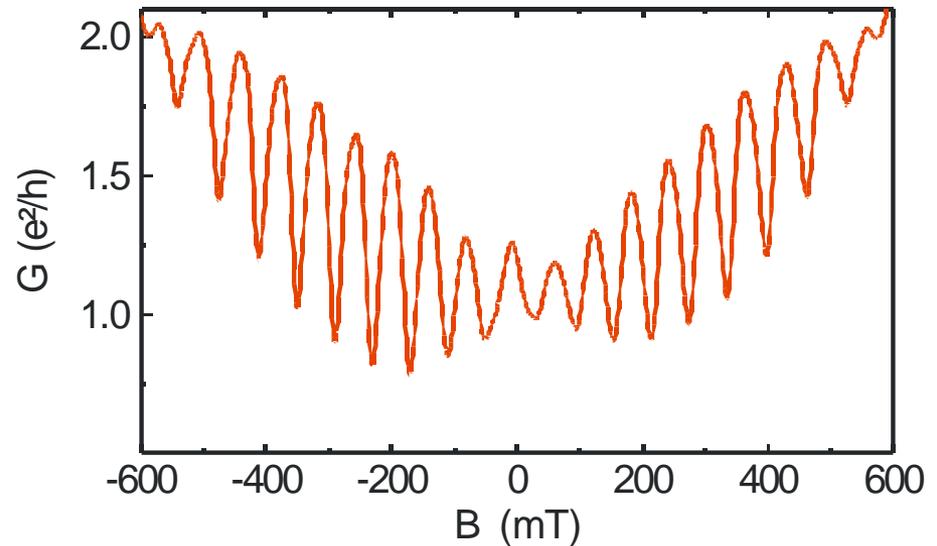
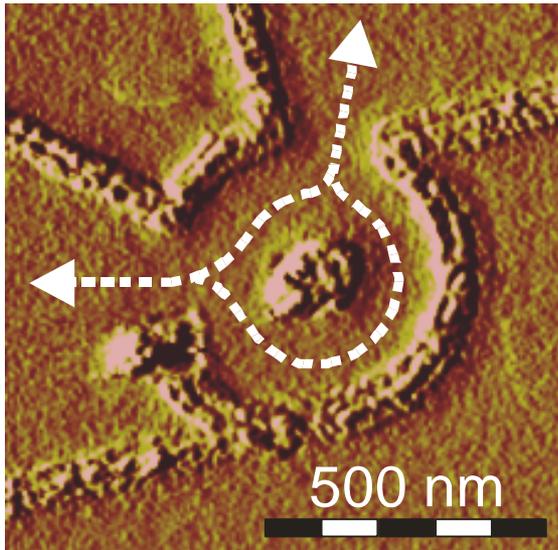


„for groundbreaking experiments
regarding the two-dimensional material
graphene“

Wellennatur der Elektronen: Quanteninterferenz in Halbleiterrings

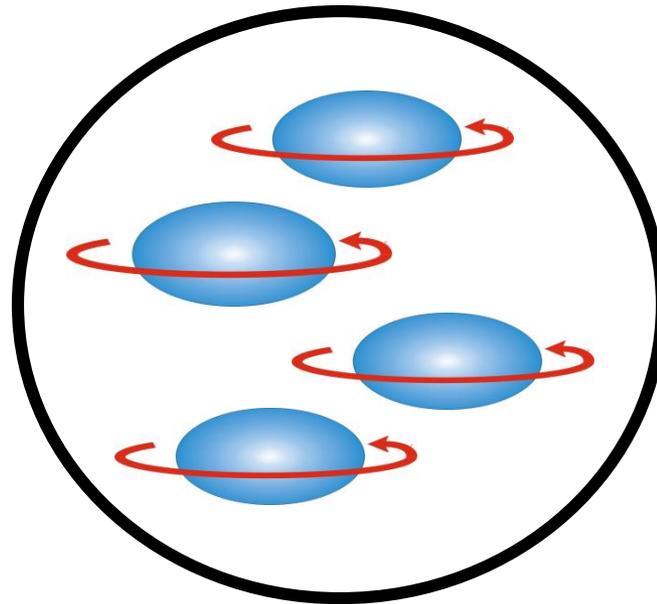
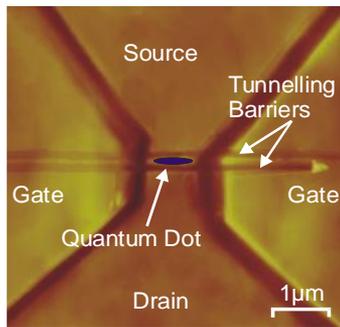


Flussquant: $\Phi_0 = h/e$
Aharonov-Bohm Effekt

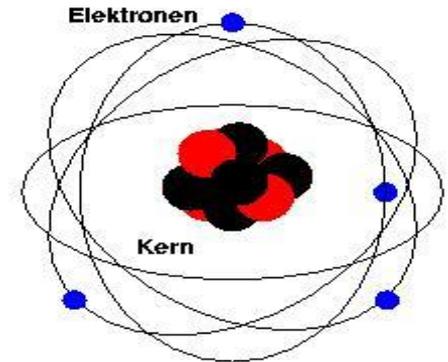


Bis zu 50% Modulation des Leitwerts.
Periode 58mT: R=150nm

Quantenpunkt: quasi nulldimensionales System z.B. in Halbleiterstrukturen

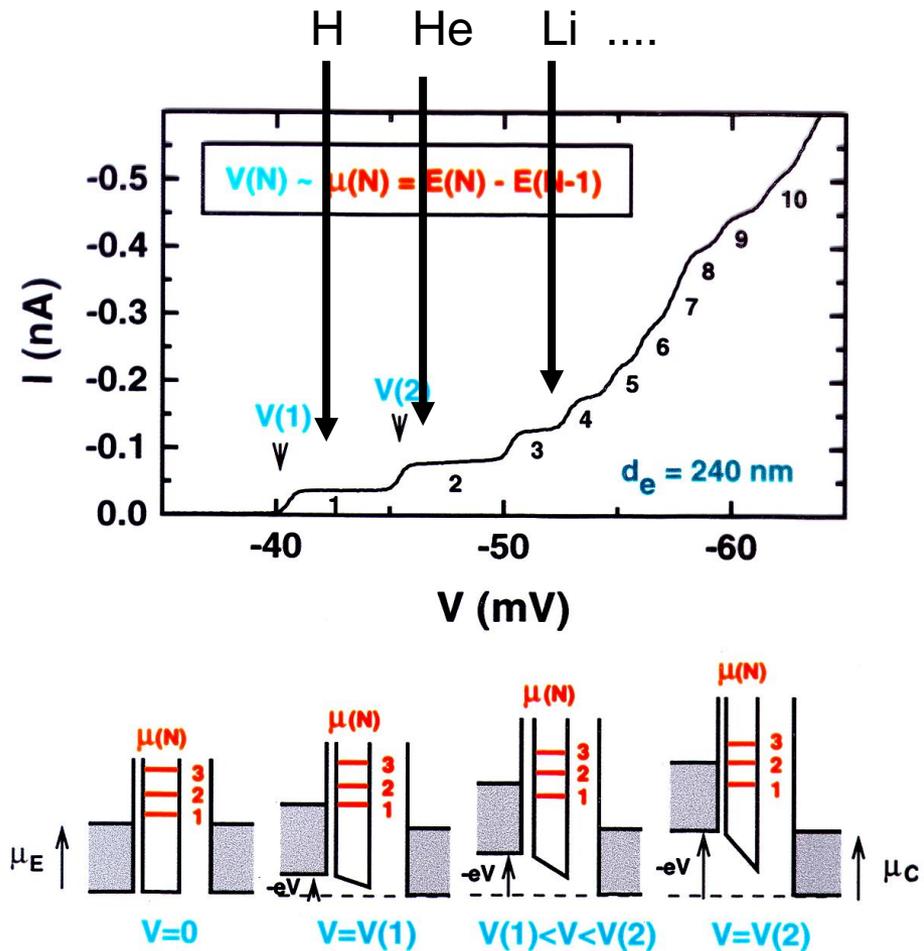
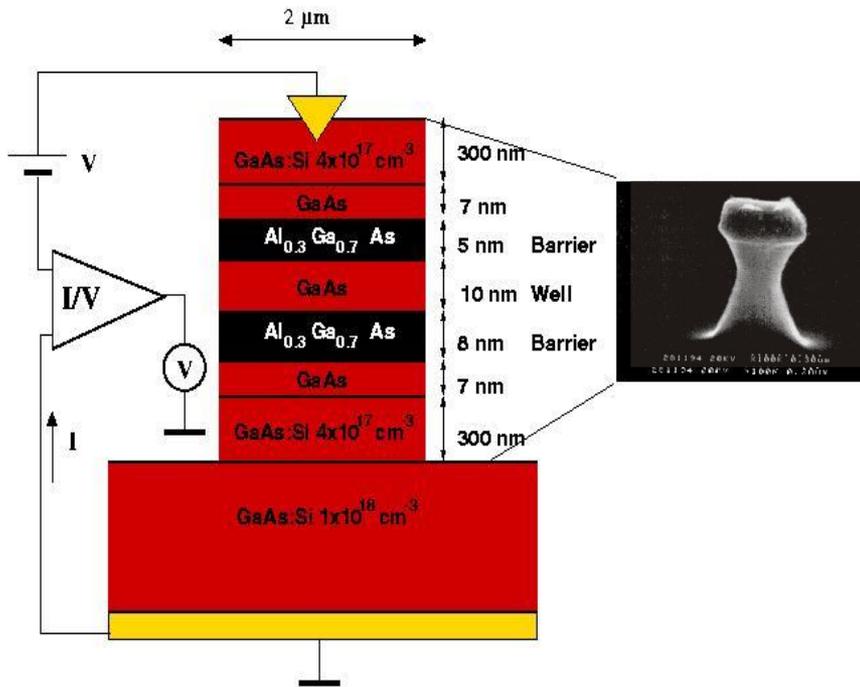


Künstliches Atom?!

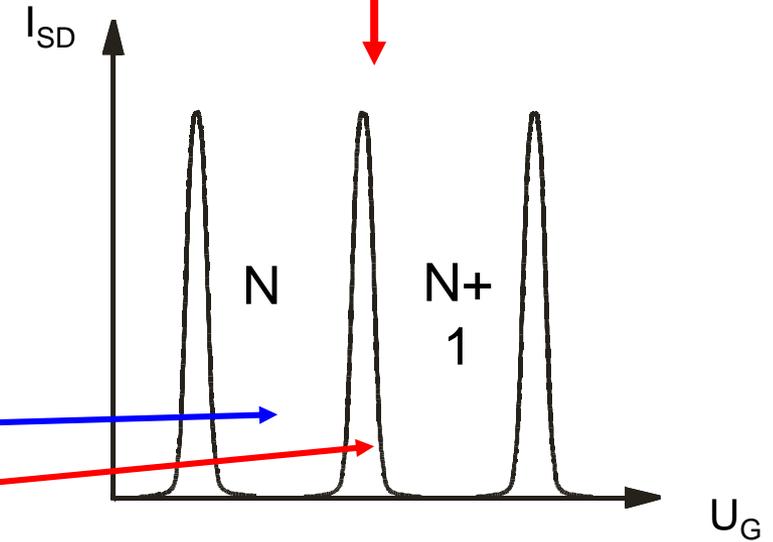
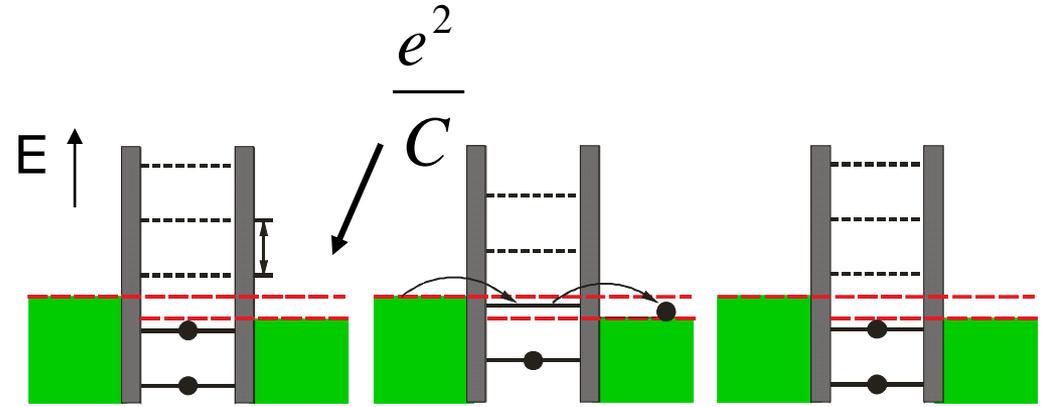
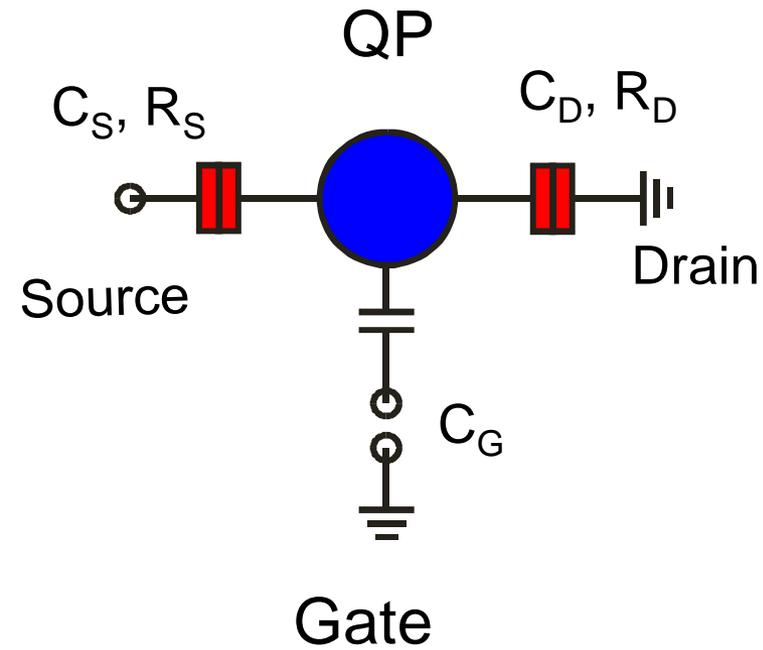


Anwendungen bei der
Quanteninformationsverarbeitung

Beispiel: Quantenpunkt in geätzter Säule



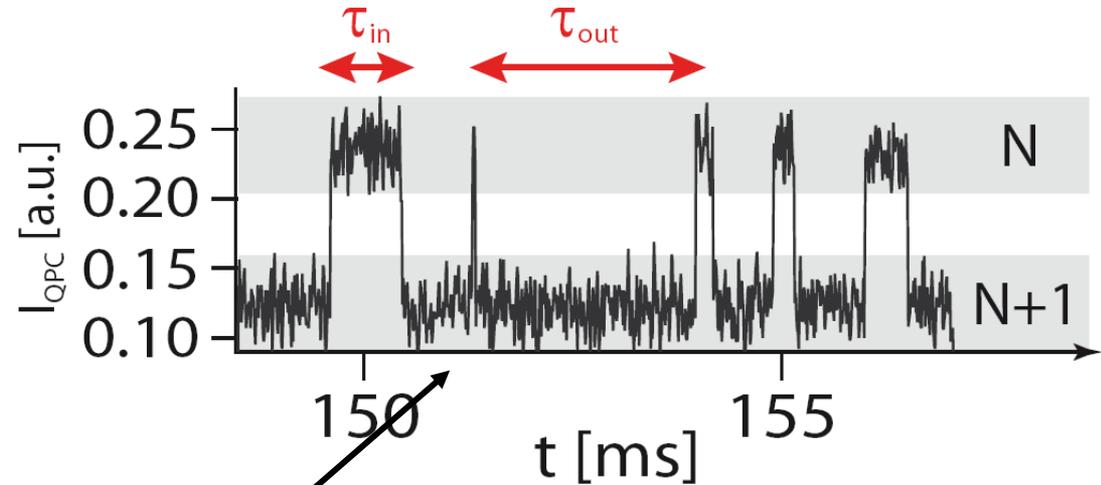
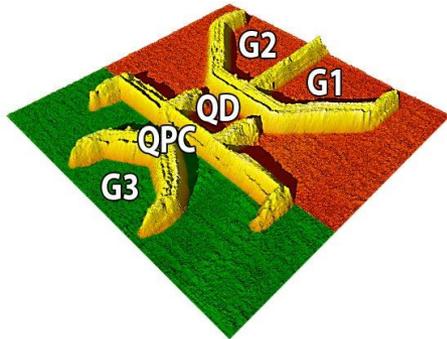
Der Einzelelektronen-Tunneltransistor



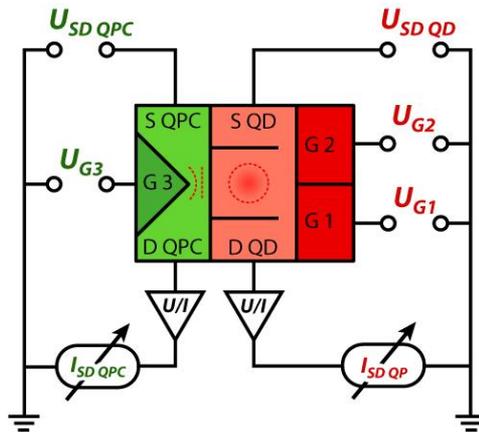
Coulomb Blockade

Einzelelektronentunneln

Echtzeitdetektion von einzelnen Elektronen in einem Quantenpunkt



einzelnes Elektron



Ladungsdetektion in System aus
Quantenpunktkontakt und Quantenpunkt

Prof. Dr. H. Jörg Osten – Kümmerer der Elektrotechnik

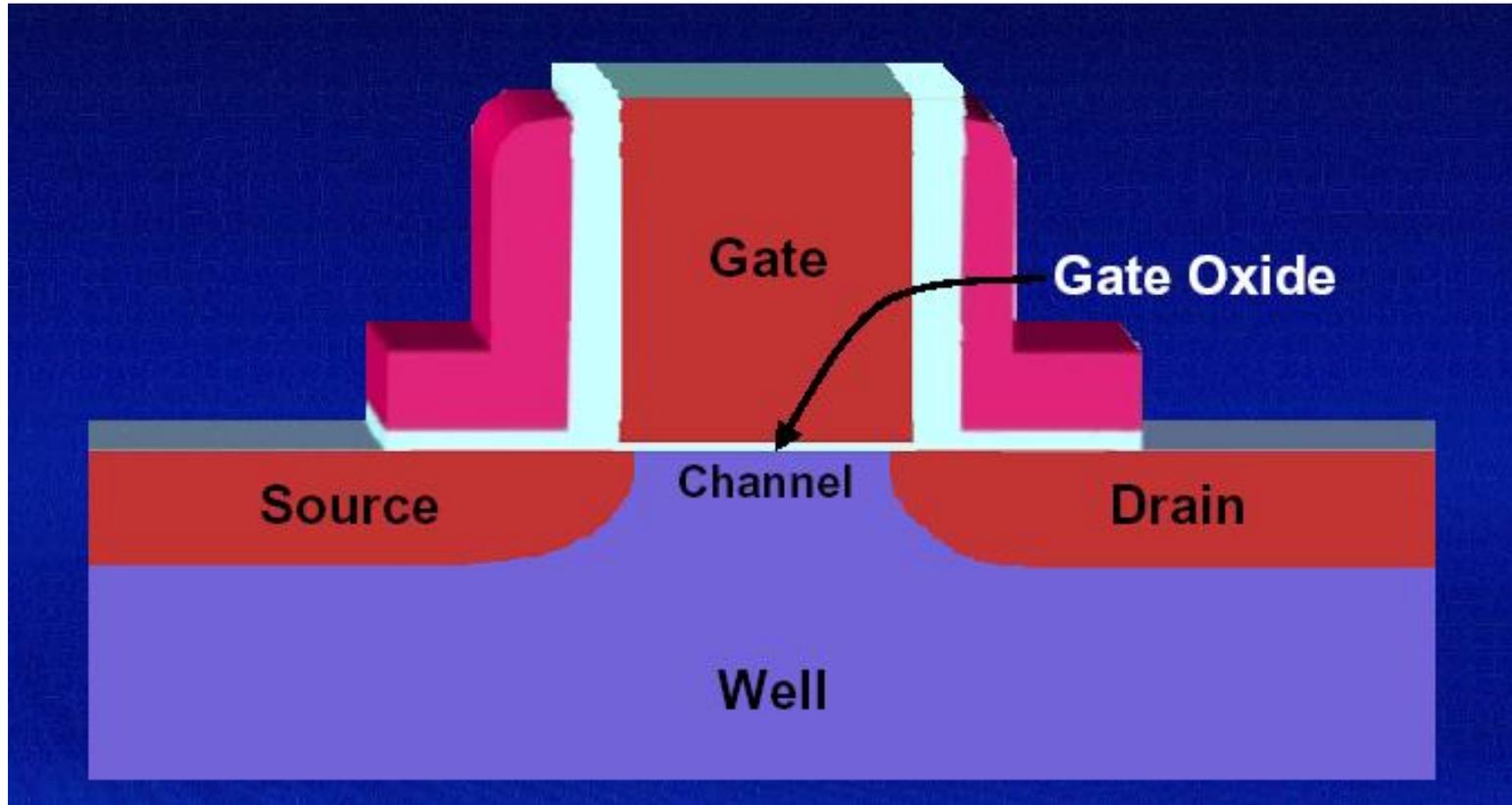


Das Institut für Materialien und Bauelemente

Entwicklung von Materialien und
Technologien für die elektronischen
Lösungen der Zukunft

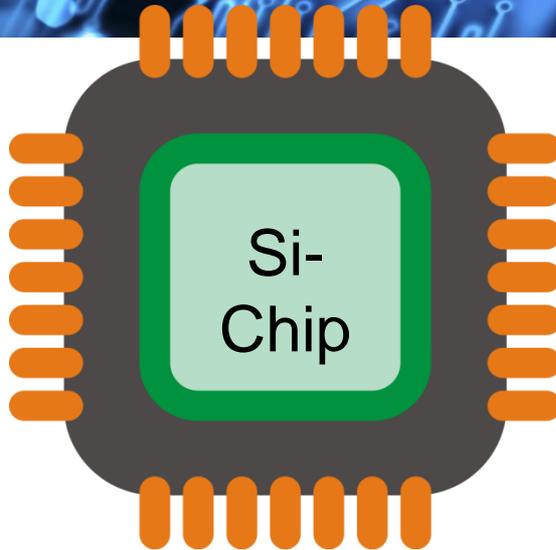
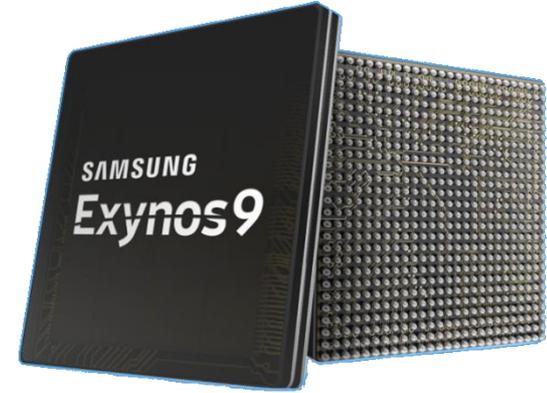
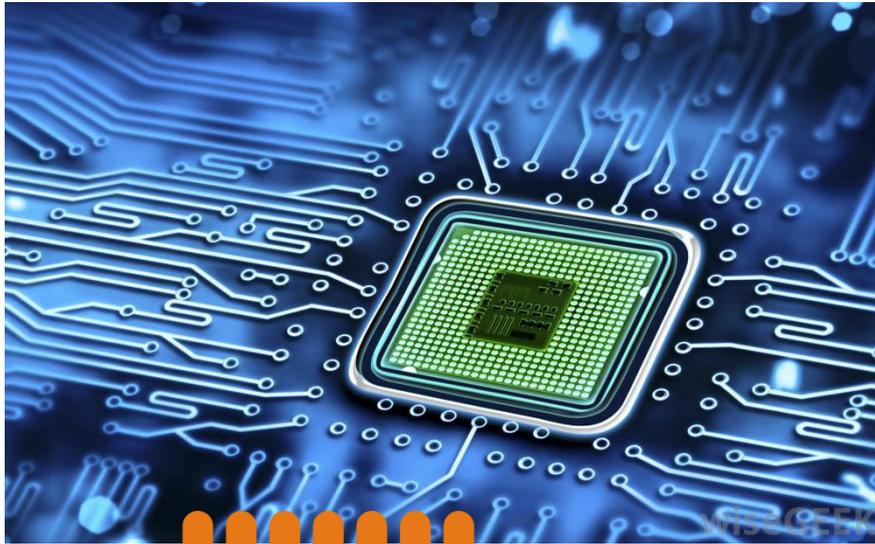


Ein Feldeffekt-Transistor (FET)



MOSFET: ein halbleitender „Schalter“

Das Produkt: Schaltkreise (IC, Chip)



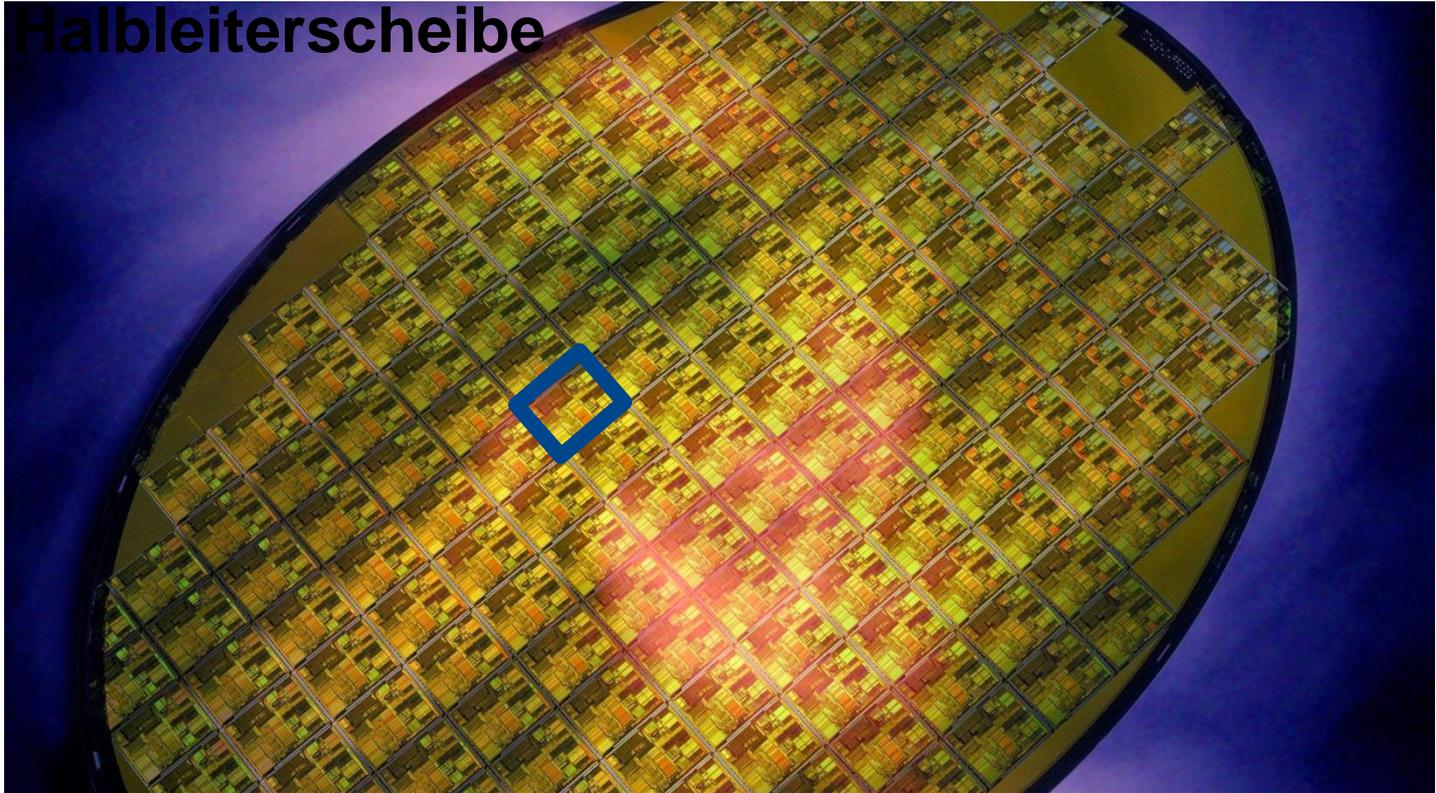
Ein fertig prozessierter Wafer heute



Durchmesser: 450 mm

Wafer und Chips

Wafer: die komplette einkristalline Halbleiterscheibe

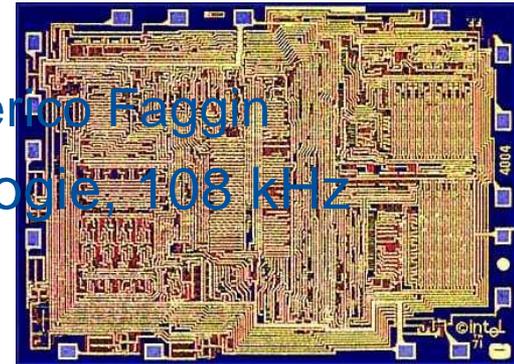


Chip (IC): eine komplette Schaltung auf dem Wafer

1971: der erste Mikroprozessor

- 15.11.1971: Intel gibt die Erfindung des Mikroprozessors bekannt
 → *a new era of integrated electronics*

- Idee: Marcian E. Hoff, Realisierung: Federico Faggin
 - 2250 Transistoren, 10 µm Technologie, 108 kHz



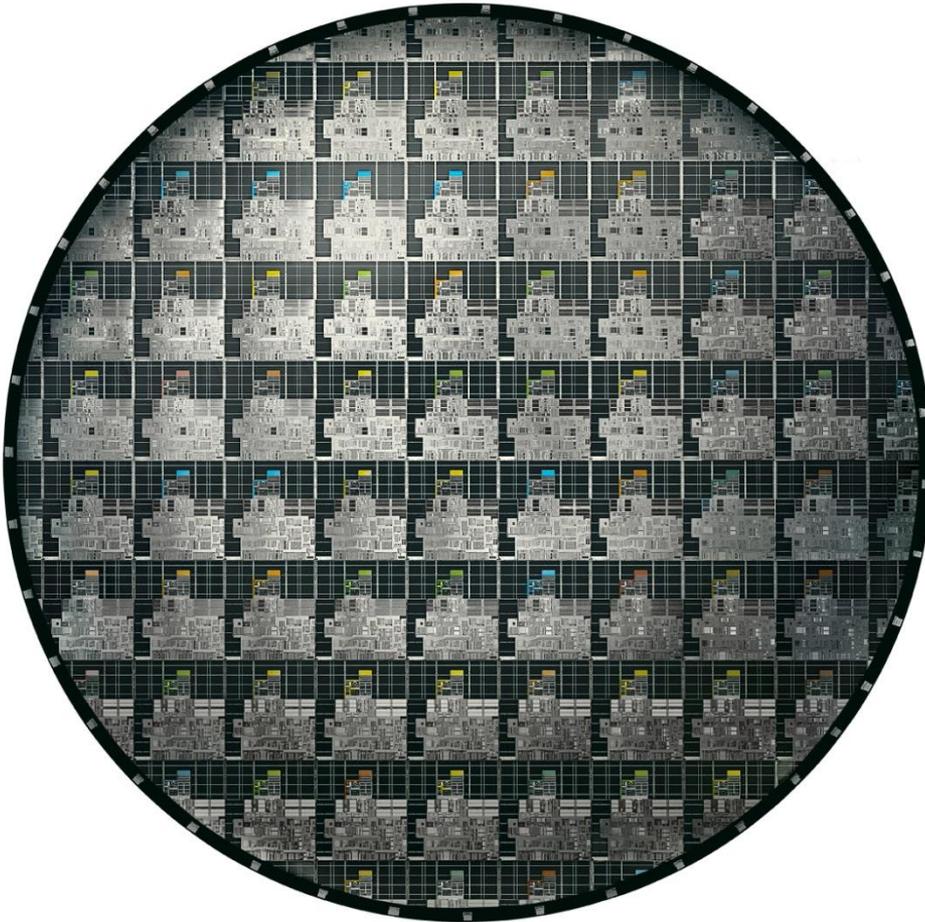
gegründet am 18. Juli 1968 von
 Gordon E. Moore und Robert Noyce
 INTEL = **I**ntegrated **E**lectronics

Ein fertig prozessierter Wafer 2001

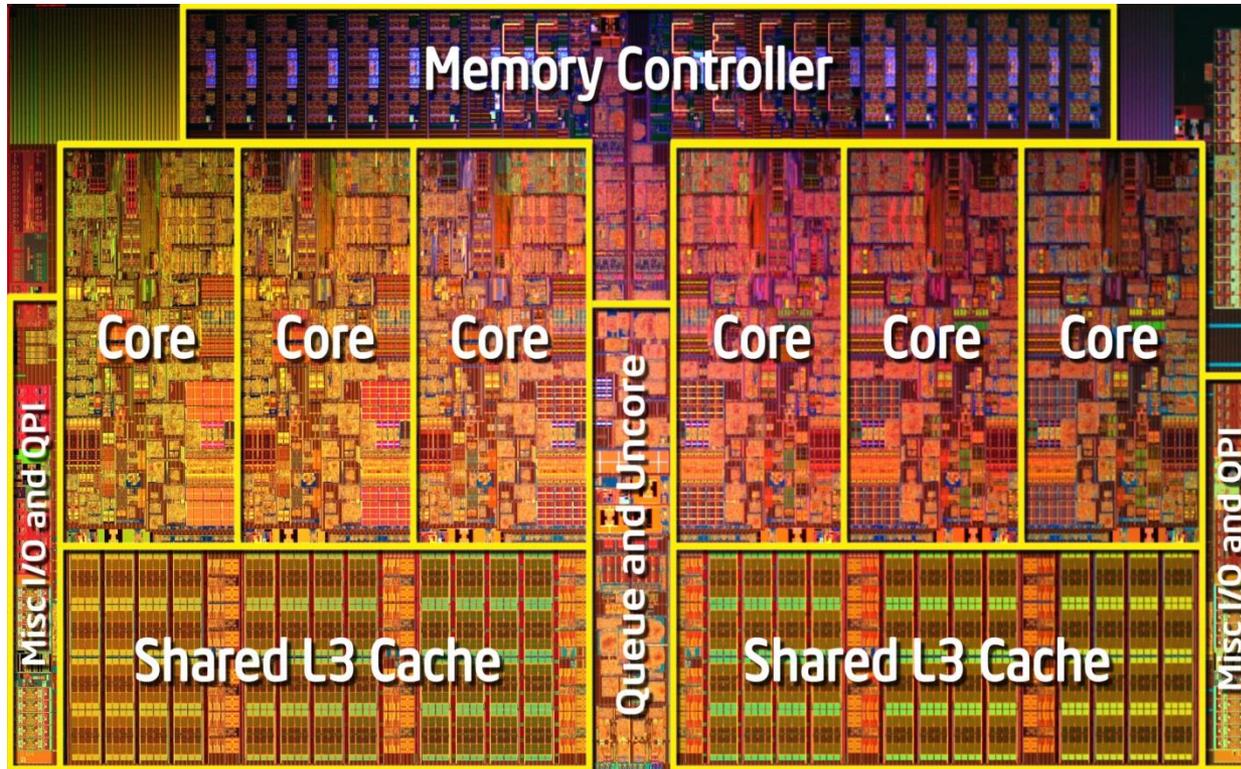
**Itanium-Wafer (200
mm)**

**Chipgröße: $27,72 \times 21,5 \text{ mm}^2$
= 596 mm^2**

**180 nm Technologie
mit 25 400 000 Transistoren**



Ein Si-Chip in 32 nm Technologie 2010



die 1,17 Milliarden Transistoren des Sechskern-Prozessors Core i7-980X Extreme Edition von Intel belegen nur 239 mm² auf dem Silizium-Wafer

Server-Chip von AMD: EPYC™ Rome (2019)

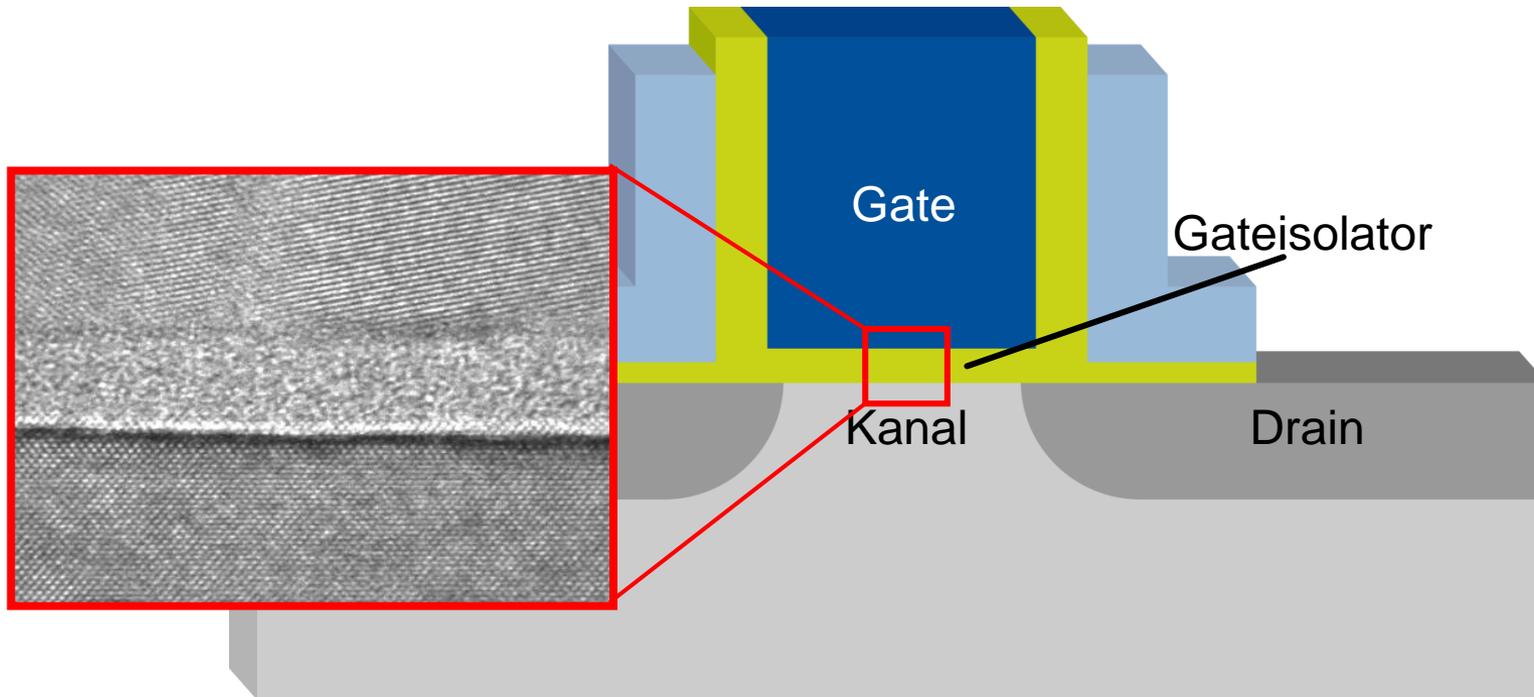


39,54 Milliarden Transistoren auf 1008 mm²

Achtung: hier sind mehrere Chips in einem Gehäuse kombiniert

einzelne Chips: 8,34 Milliarden Transistoren auf 416 mm²
(Technologiegeneration: 7 nm)

Wir skalieren einen Transistor...



➔ heute: Längen von < 12 nm (wenige hundert Atome)
Schichten von wenigen nm Dicke

➔ Elektronik ist seit Jahrzehnten NANOTECHNOLOGIE

Prof. Dr.-Ing. Marc Wurz – Kümmerer des Maschinenbaus



Nanostrukturierte Materialien in technischen Anwendungen

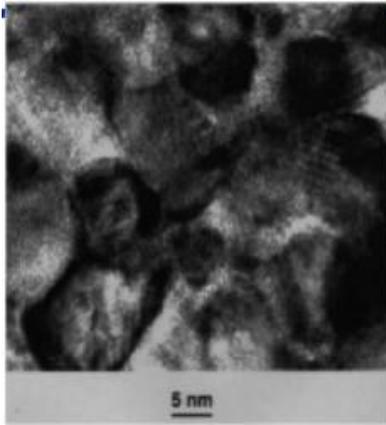
– Älter als wir denken



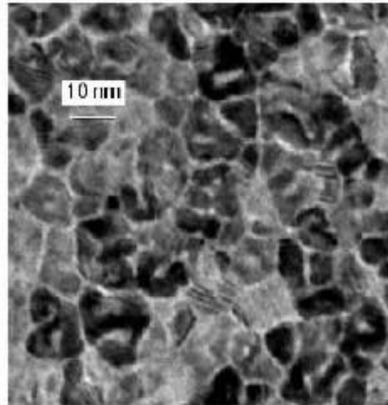
- Kirchenfenster im Notre Dame de Paris

- Metallische Nanopartikel in Gläsern
→ bei Sonneneinstrahlung werden die einzelnen Wellenlängen des Lichts in Abhängigkeit der Teilchengröße gestreut
- Vorteile:
 - Hohe Quantenausbeute
 - Hohe Resistenz gegen Photobleaching

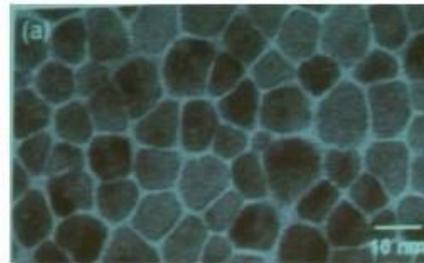
Magnetische Speichermedien – erhöhte Speicherdichte durch Nanopartikel



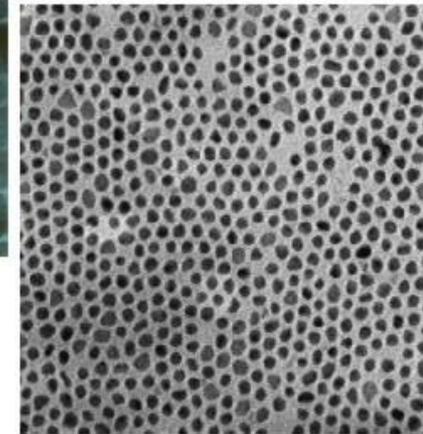
10 Gbit/in²
Produktmedium
12 nm-Körner



35 Gbit/in²
Prototypenmedium
8,5 nm-Körner



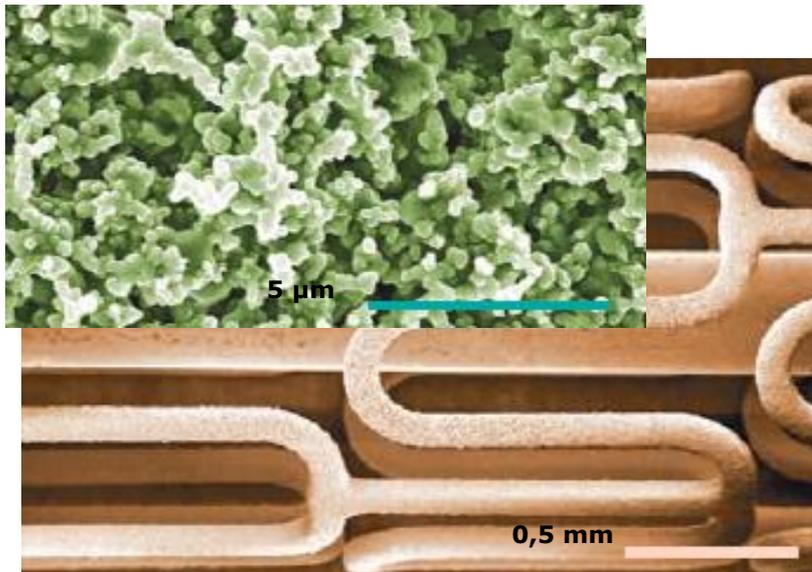
600 Gbit/in²
Produktmedium
8,5 nm-Körner



Nanopartikelarrays
4 nm-Körner

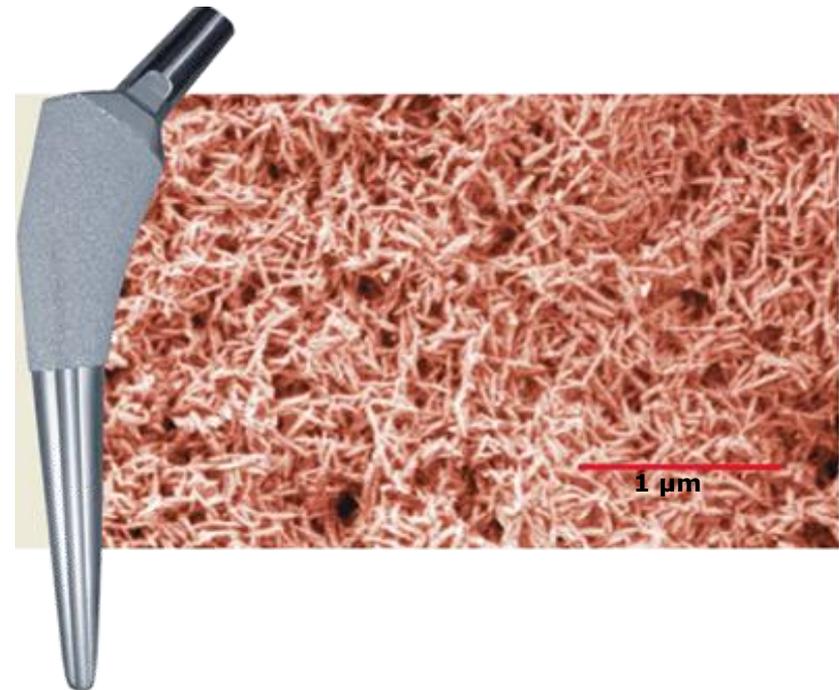
Anwendungsbeispiele für Nanopartikel in der Medizin / Life Science

Nanoporöse wirkstoffreisetzende
Stentbeschichtung



© Blue Membranes!

Hydroxylapatit-Nanopartikel-
Beschichtung eines Taperloc-Implantate
(Teil eines Hüftimplantates)

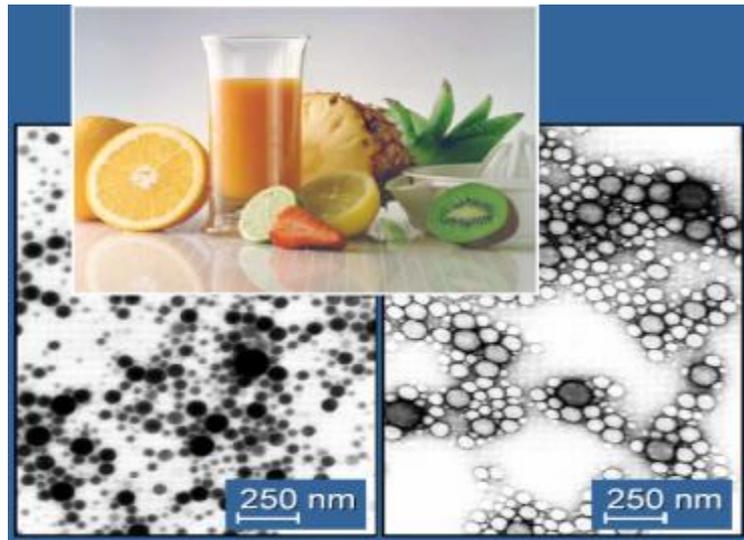


© Biomet Deutschland GmbH

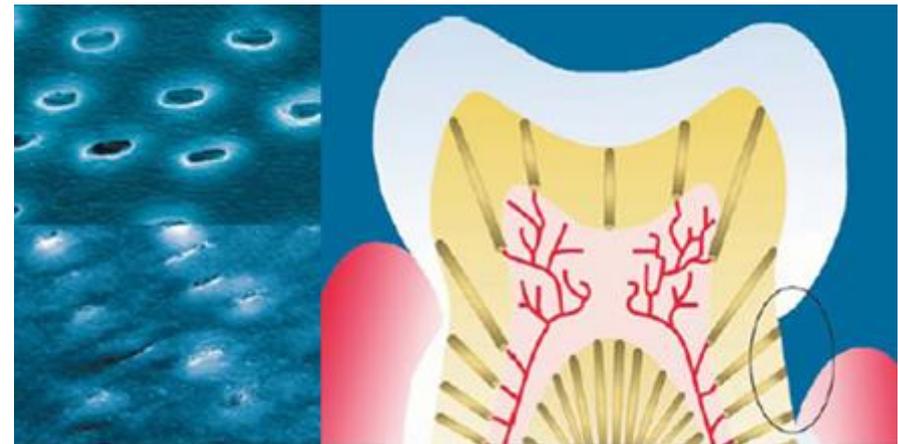
Weber, Zweck, Hrsg.: Hess. MWVL (2006), VDI-TZ (2006)

Anwendungsbeispiele für Nanopartikel in der Medizin / Life Science

Funktionelle Lebensmittel,
z.B. Nanoverkapselung von Karotinen
für Oxidationsschutz

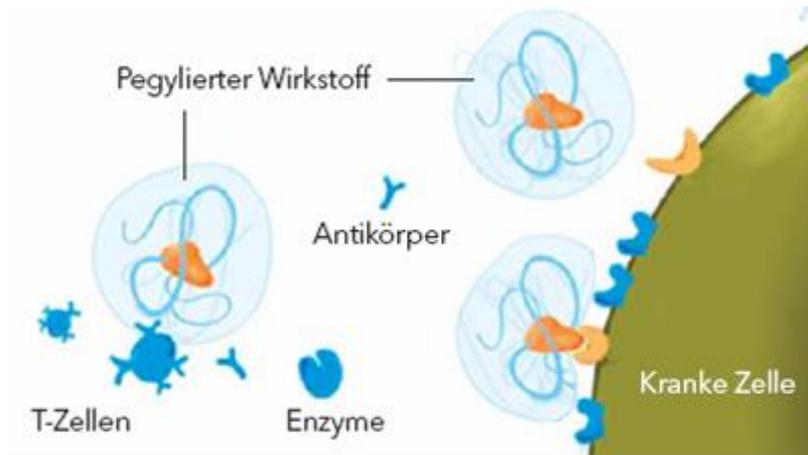


Health Care,
Zahnpaste mit Hydroxylapatit-
Nanopartikeln
zum "Füllen" der Dentin-Tubuli



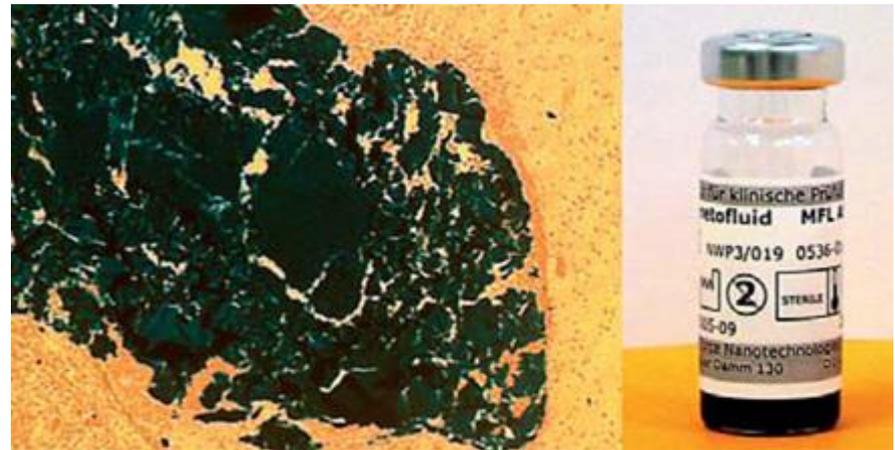
Anwendungsbeispiele für Nanopartikel in der Medizin / Life Science

Wirkstoffmodifizierung



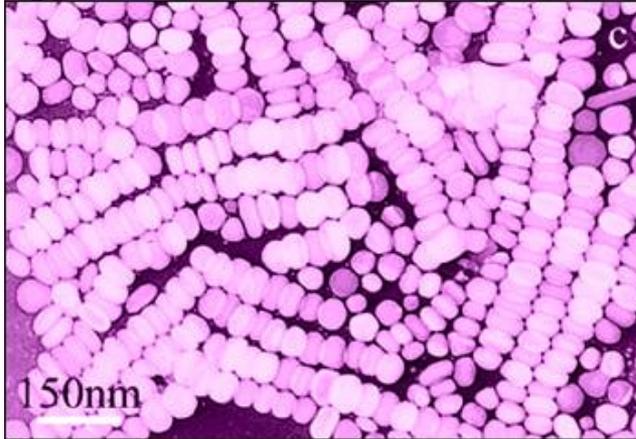
Z.B.: Neutropenie - Neulasta (pegyliertes hG-CSF),
Hepatitis C - PEG-SYS (pegyliertes Interferon alpha-2a)

Krebstherapie - Magnetothermie

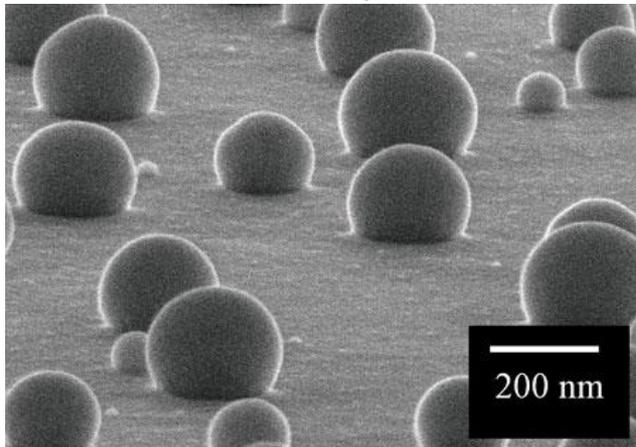


Prostatakrebs- und Glioblastombehandlung mit Ferrofluiden

Eigenschaften von Nanopartikeln



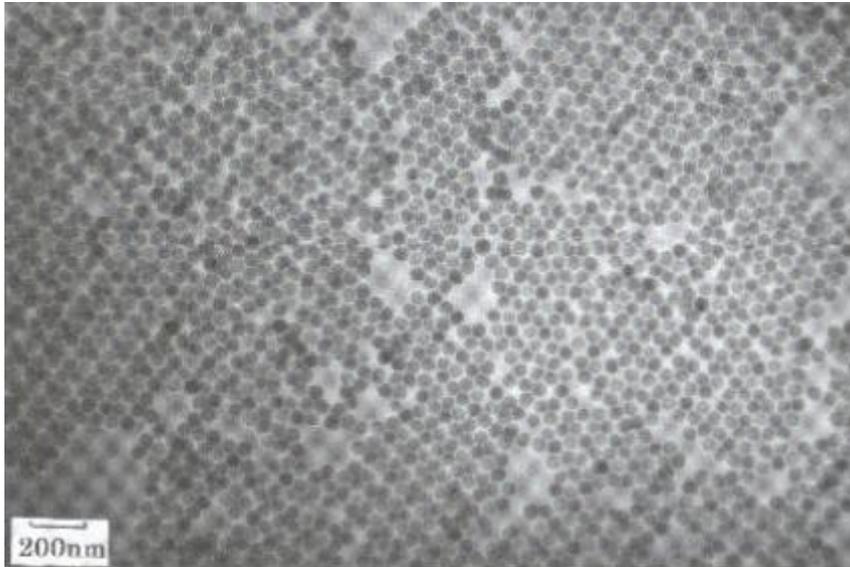
Ag Nanopartikel (Quelle: Photonics)



Pt Nanopartikel (Quelle: Photonics)

- Besondere Eigenschaften von Nanopartikeln:
 - Große spezifische Oberfläche
 - Chemische Reaktivität
 - Einsatz als Katalysator
 - Eigenschaften: Unterschied zwischen atomaren und Festkörpereigenschaften (z.B. Verschwinden der Hysterese bei magnetischen Nanopartikeln)
- aktuelle Anwendungsbereiche von Nanopartikeln:
 - Medizintechnik
 - Biotechnik
 - Chemische Industrie usw.

Nanopartikel: Vielfältige Anwendungen



TEM-Aufnahme von SiO₂-Nanopartikeln

- Keramiken für Membranen
- Batterien und Brennstoffzellen
- Katalytische und elektrolytische Reaktoren
- Gasspeicher
- Schutzbeschichtung von Plastikoberflächen
- Thermische und Kratzschutz
- Antireflexbeschichtung von Fensterscheiben
- Sonnencreme
- Elektronik, Laser, Displays
- Beschichtungen im Automobilbereich
- Biokeramiken, Wirkstoffträger
- Magnetische Nanopartikel für die hydrotherm. Krebsbehandlung

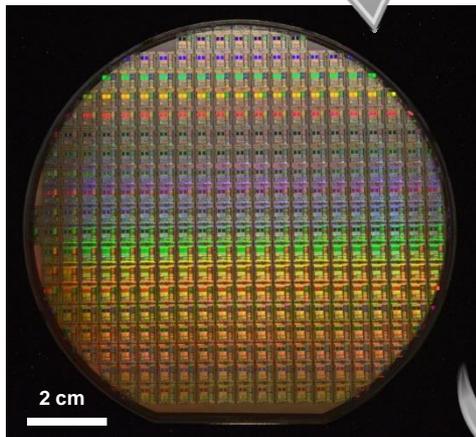
Nanotechnologie: Chip-Herstellung – Vom Sand zum Transistor

- Herstellung von Silizium-Wafern aus Sand
- Reinraum-Technik
 - Lithographie
 - Beschichtungsverfahren
 - Ätztechnik

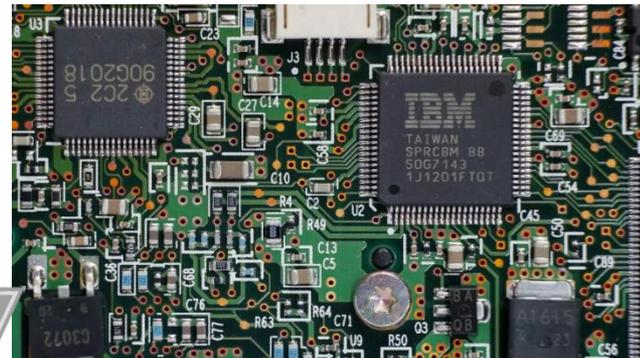
→ Transistoren, Dioden, Computerchips, ...



Wüstensand



Silizium-Wafer mit mehreren hundert Chips



Gekapselte Chips und weitere Elektronik auf einer Leiterplatte

Kümmerer in der Studienkommission



Chemie:
Prof. Dr. Nadja Bigall



Elektrotechnik:
Prof. Dr. H. Jörg Osten



Physik:
Prof. Dr. Rolf Haug



Maschinenbau:
Prof. Dr.-Ing. Marc C. Wurz

Ansprechpersonen

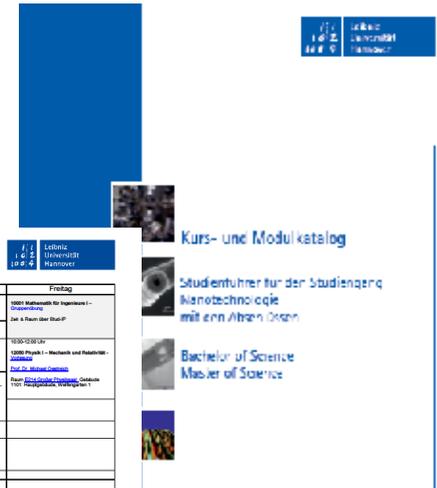
- Studiengangskoordination – Dr. Katrin Radatz
- Prüfungsausschuss – Prof. Dr. Jörg Osten
- Fachrat Nanotechnologie
- Fachberater – Dr. Fritz Schulze-Wischeler
- Bafög-Beauftragter - Dr. Fritz Schulze-Wischeler
- Zentrale Studienberatung
- Lernberatung des Zentrums für Schlüsselkompetenzen
- Psychologische Studienberatung

Fachrat Nanotechnologie



Wichtige Unterlagen zum Start

- Kurs- und Modulkatalog
- Stundenplan
- Studienverlaufsplan
- Prüfungsordnung
- Erstsemesterbroschüre



Stundenplan I. Semester Bachelor Nanotechnologie WiSe 20/21

Zeit	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag
8:00 Uhr	1000 Einführung in die Nanotechnologie I Prof. Dr. G. Wegmann	1000 Einführung in die Nanotechnologie II Prof. Dr. G. Wegmann	1000 Technische Mechanik I für Maschinenbau Prof. Dr. G. Wegmann		1000 Mathematik für Ingenieure I - Grundlagen Prof. Dr. G. Wegmann
8:50 Uhr	1000 Einführung in die Nanotechnologie I Prof. Dr. G. Wegmann	1000 Einführung in die Nanotechnologie II Prof. Dr. G. Wegmann	1000 Technische Mechanik I für Maschinenbau Prof. Dr. G. Wegmann		1000 Mathematik für Ingenieure I - Grundlagen Prof. Dr. G. Wegmann
10:00 Uhr	1000 Einführung in die Nanotechnologie I Prof. Dr. G. Wegmann	1000 Einführung in die Nanotechnologie II Prof. Dr. G. Wegmann	1000 Technische Mechanik I für Maschinenbau Prof. Dr. G. Wegmann		1000 Mathematik für Ingenieure I - Grundlagen Prof. Dr. G. Wegmann
11:00 Uhr	1000 Einführung in die Nanotechnologie I Prof. Dr. G. Wegmann	1000 Einführung in die Nanotechnologie II Prof. Dr. G. Wegmann	1000 Technische Mechanik I für Maschinenbau Prof. Dr. G. Wegmann		1000 Mathematik für Ingenieure I - Grundlagen Prof. Dr. G. Wegmann
12:00 Uhr	1000 Einführung in die Nanotechnologie I Prof. Dr. G. Wegmann	1000 Einführung in die Nanotechnologie II Prof. Dr. G. Wegmann	1000 Technische Mechanik I für Maschinenbau Prof. Dr. G. Wegmann		1000 Mathematik für Ingenieure I - Grundlagen Prof. Dr. G. Wegmann
13:00 Uhr	1000 Einführung in die Nanotechnologie I Prof. Dr. G. Wegmann	1000 Einführung in die Nanotechnologie II Prof. Dr. G. Wegmann	1000 Technische Mechanik I für Maschinenbau Prof. Dr. G. Wegmann		1000 Mathematik für Ingenieure I - Grundlagen Prof. Dr. G. Wegmann
14:00 Uhr	1000 Einführung in die Nanotechnologie I Prof. Dr. G. Wegmann	1000 Einführung in die Nanotechnologie II Prof. Dr. G. Wegmann	1000 Technische Mechanik I für Maschinenbau Prof. Dr. G. Wegmann		1000 Mathematik für Ingenieure I - Grundlagen Prof. Dr. G. Wegmann
15:00 Uhr	1000 Einführung in die Nanotechnologie I Prof. Dr. G. Wegmann	1000 Einführung in die Nanotechnologie II Prof. Dr. G. Wegmann	1000 Technische Mechanik I für Maschinenbau Prof. Dr. G. Wegmann		1000 Mathematik für Ingenieure I - Grundlagen Prof. Dr. G. Wegmann
16:00 Uhr	1000 Einführung in die Nanotechnologie I Prof. Dr. G. Wegmann	1000 Einführung in die Nanotechnologie II Prof. Dr. G. Wegmann	1000 Technische Mechanik I für Maschinenbau Prof. Dr. G. Wegmann		1000 Mathematik für Ingenieure I - Grundlagen Prof. Dr. G. Wegmann
17:00 Uhr	1000 Einführung in die Nanotechnologie I Prof. Dr. G. Wegmann	1000 Einführung in die Nanotechnologie II Prof. Dr. G. Wegmann	1000 Technische Mechanik I für Maschinenbau Prof. Dr. G. Wegmann		1000 Mathematik für Ingenieure I - Grundlagen Prof. Dr. G. Wegmann
18:00 Uhr	1000 Einführung in die Nanotechnologie I Prof. Dr. G. Wegmann	1000 Einführung in die Nanotechnologie II Prof. Dr. G. Wegmann	1000 Technische Mechanik I für Maschinenbau Prof. Dr. G. Wegmann		1000 Mathematik für Ingenieure I - Grundlagen Prof. Dr. G. Wegmann
19:00 Uhr	1000 Einführung in die Nanotechnologie I Prof. Dr. G. Wegmann	1000 Einführung in die Nanotechnologie II Prof. Dr. G. Wegmann	1000 Technische Mechanik I für Maschinenbau Prof. Dr. G. Wegmann		1000 Mathematik für Ingenieure I - Grundlagen Prof. Dr. G. Wegmann

Auf Stand P über sich informiert der Stundenplan zusammenfassend. Es wird empfohlen, sich dort zu registrieren, da die Teilnahme an einigen Übungen der Annahme ist. www.lnqe.uni-hannover.de/lehre/lehre/lehre.html. Die Zeiten der Übungen können durch Prüfungen abweichen.

Die grau hinterlegt



Bachelorstudium Nanotechnologie (PO 2012)

	1. Semester	2. Semester	3. Semester	4. Semester	5. Semester	6. Semester	LP
Grundstudium	Grundlagen der ET I (6 ET) 6 LP	Grundlagen der ET II (6 ET) 6 LP	Grundstudium ET I 2 LP				21
Mathematik	Mathematik für Ing I 6 LP	Mathematik für Ing II 6 LP	Mathematik für Ing III 6 LP	Mathematik für Ing IV 6 LP			24
Physik	Physik I - Mechanik und Elektrodynamik 6 LP	Physik II - Optik, Thermodynamik, Quantenphysik 6 LP	Physik III - Optik, Atomphysik, Relativität 6 LP	Grundstudium Physik 4 LP			26
Chemie			Jahreschemie Chemie 10 LP	Physikalische Chemie I 6 LP			16
Engl. Nano	Einführung in die Nanotech. 6 LP						4
WK Chemie				Anorg. Chemie I 6 LP	Instrumentelle Methoden I 6 LP	Technische Chemie I 6 LP	18
WK Physik				Grundstudium der Nanotechnologie (6 ET) 4 LP	Einführung in die Nanotechnologie 6 LP		10
WK ET				Grundlagen der Nanotechnologie (6 ET) 4 LP	Grundlagen der Halbleitertechnik mit 4 LP		16
WK MB			Vertiefungskunde A 3 LP	MEQ und Nanotechnologie (6 ET) 6 LP	Grundlagen der Nanotechnologie (6 ET) 4 LP		16
Speziallehre (ausw.)						WVF aus dem Master mind 10 LP	10
Fachpraktikum							15
Fachkurse							2
Bachelorarbeit							12
LP	31	33	28				180

www.LNQE.uni-hannover.de

Organisatorisches:

Für alle Kurse anmelden: StudIP!

Prüfungsanmeldung:

Sie müssen sich für Klausuren, an denen Sie teilnehmen möchten, innerhalb des Prüfungsmeldezeitraums anmelden. Nachträgliche Anmeldung sind leider nicht möglich. Die Prüfungsmeldezeiträume finden Sie hier verlinkt auf der LNQE-Website.

Anhörungsverfahren:

Bei der Anhörung handelt es sich um eine verpflichtende Studienberatung. Zu einer Anhörung kommt es aus zwei Gründen:

1. Wenn die erforderlichen 15 ECTS-Leistungspunkte im vergangenen Semester nicht erreicht wurden.
2. Wenn die durchschnittliche Anzahl an ECTS-Leistungspunkten (Zählsemester x 15) unterschritten wurde

LUH-E-Mailadresse

- Präsident: „...ist für die Kommunikation zwischen Studierenden und Beschäftigten der Leibniz Universität verbindlich deren studentische E-Mail-Adresse zu nutzen.“
- vorname.nachname@stud.uni-hannover.de
- Siehe: Stud.IP:

▼ ✉ **Erstes Einrichten der studentischen E-Mailbox**
Inga Kummernuß, E-Learning Support | 09.09.2021 | 16335 | 4

Wenn Du Dein Studium beginnst, hat das Team der Leibniz Universität IT Services (LUIS) für Dich bereits eine E-Mailbox eingerichtet. Die E-Mail-Adresse bildet das LUIS-Team nach dem Muster `vorname.nachname@stud.uni-hannover.de`. Damit das Ganze automatisch ablaufen kann, vergibt das LUIS-Team erst einmal ein zufälliges Passwort, damit die noch ungenutzte Mailbox geschützt ist.

Vor der ersten Anmeldung an Deine E-Mailbox musst Du ein eigenes Passwort vergeben. Das E-Mail-Passwort ist ein eigenständiges Passwort und hat mit dem Zugangspasswort zum IDM-Account-Manager nichts zu tun.

Das E-Mail-Passwort kannst Du über das Portal des Identitäts-Managements (IDM) vergeben. Melde Dich dazu im Account-Manager unter <https://login.uni-hannover.de> mit Deiner LUH-ID an. Dort findest Du unter dem Menüpunkt "IT-Dienste" alle Dienste, die Du freigeschaltet hast oder die das LUIS-Team für Dich freigeschaltet hat. Unter den Diensten klickst Du bei "E-Mail" auf den Link zum Ändern des Passworts. Du musst Dir ein neues Passwort für Deine E-Mailbox ausdenken.

Tipps

- Arbeiten Sie in Teams
- Stellen Sie fragen/Sprechen Sie mit uns
- Bleiben Sie dran

Verblüffender Effekt

Wer Bier trinkt, bricht seltener das Studium ab

Wissenschaftler haben einen Zusammenhang zwischen dem Genuss von Alkohol und einem erfolgreichen Studienabschluss gefunden. Doch die Promille sind gar nicht entscheidend.



Spiegel-Online 09.08.2017

„...Klingt nach einer Scheinkorrelation? Ist es auch. Denn entscheidend für den Effekt ist nicht der Alkohol, sondern das gesellige Beisammensein....“



Laboratorium für
Nano- und Quantenengineering



Leibniz
Universität
Hannover

Herzlich Willkommen! an der Leibniz Universität Hannover

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

