



Laboratorium für  
Nano- und Quantenengineering



Leibniz  
Universität  
Hannover

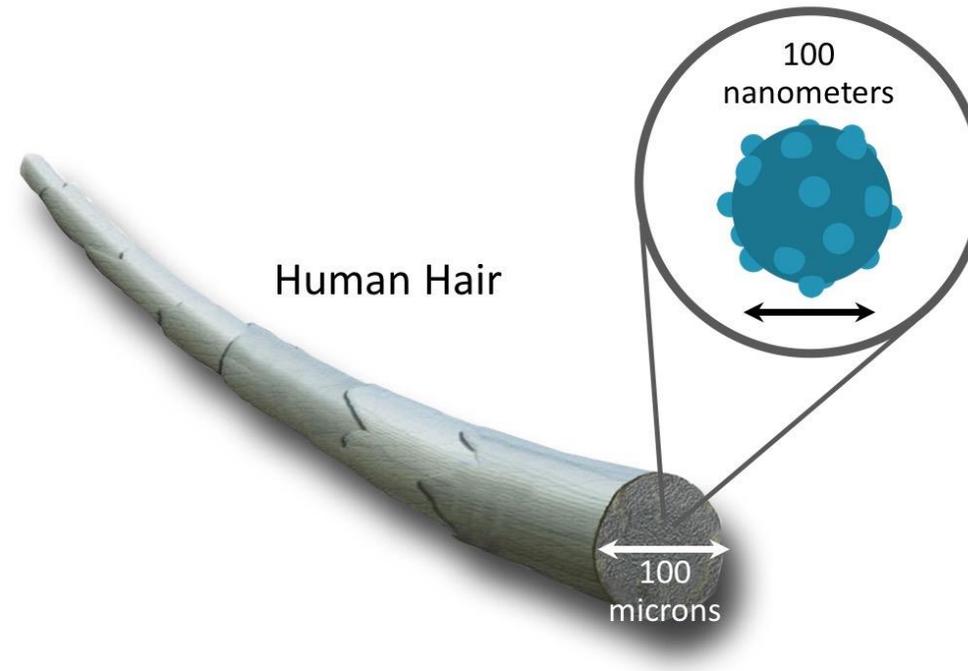
# Begrüßungsveranstaltung Erstsemester Nanotechnologie 2023

Laboratorium für Nano- und Quantenengineering  
Leibniz Universität Hannover

Montag, dem 09.10.2023

# 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

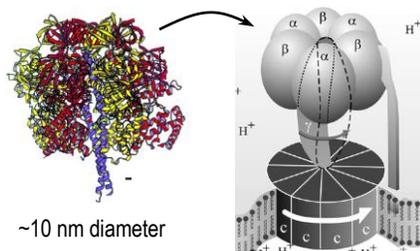
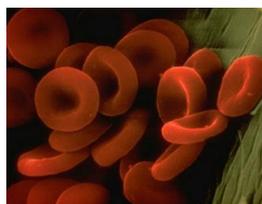


Dust mite  
200  $\mu\text{m}$



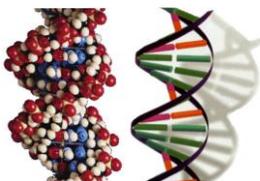
Human hair  
~60-120  $\mu\text{m}$  wide

Red blood cells  
(~7-8  $\mu\text{m}$ )

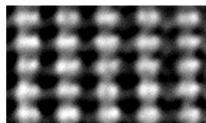


~10 nm diameter

ATP synthase



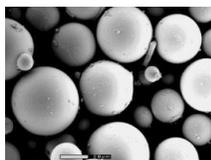
DNA  
~2-1/2 nm diameter



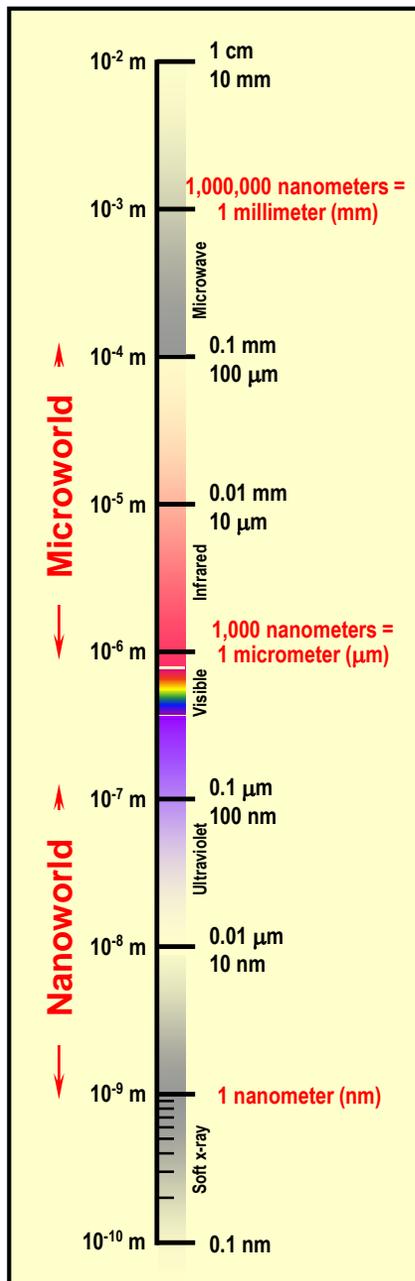
Atoms of silicon  
spacing 0.078 nm



Ant  
~5 mm



Fly ash  
~10-20  $\mu\text{m}$



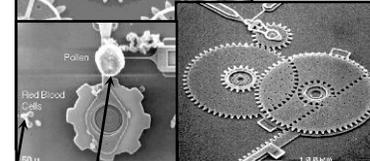
## Things Manmade



Head of a pin  
1-2 mm

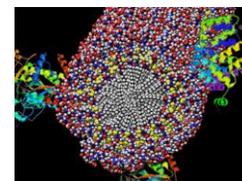


MicroElectroMechanical (MEMS) devices  
10 -100  $\mu\text{m}$  wide

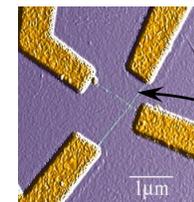


Pollen grain  
Red blood cells

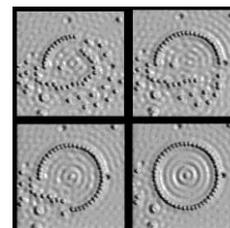
Zone plate x-ray "lens"  
Outer ring spacing ~35 nm



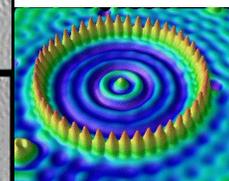
Self-assembled,  
Nature-inspired structure  
Many 10s of nm



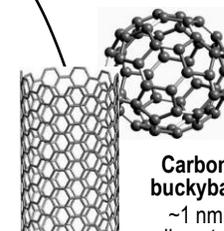
Nanotube electrode



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

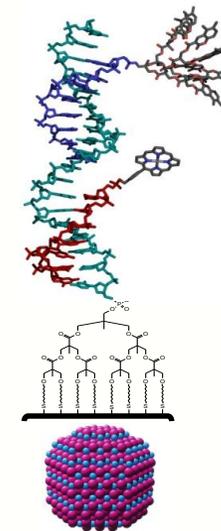


Carbon nanotube  
~1.3 nm diameter



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

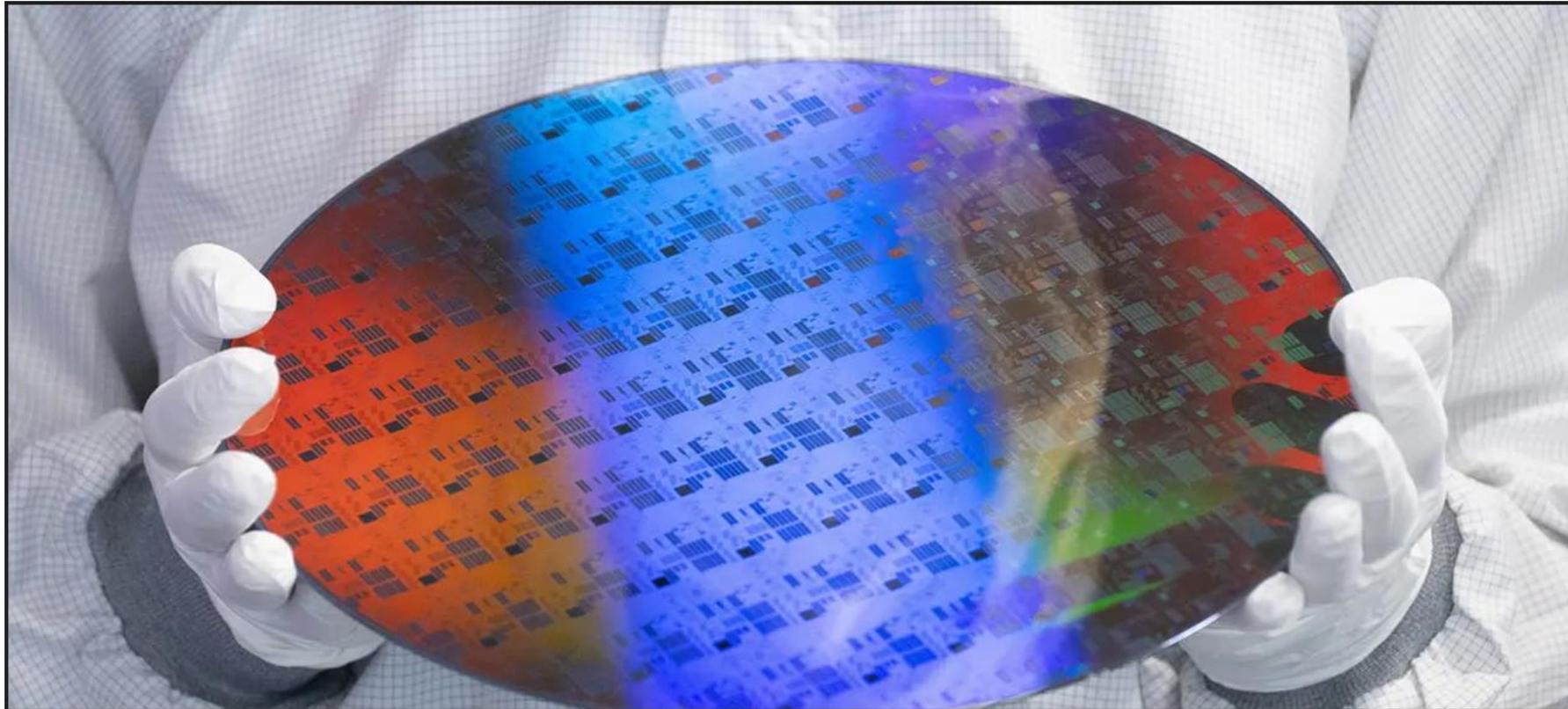


Entwicklung von Materialien und Technologien für die elektronischen Lösungen der Zukunft



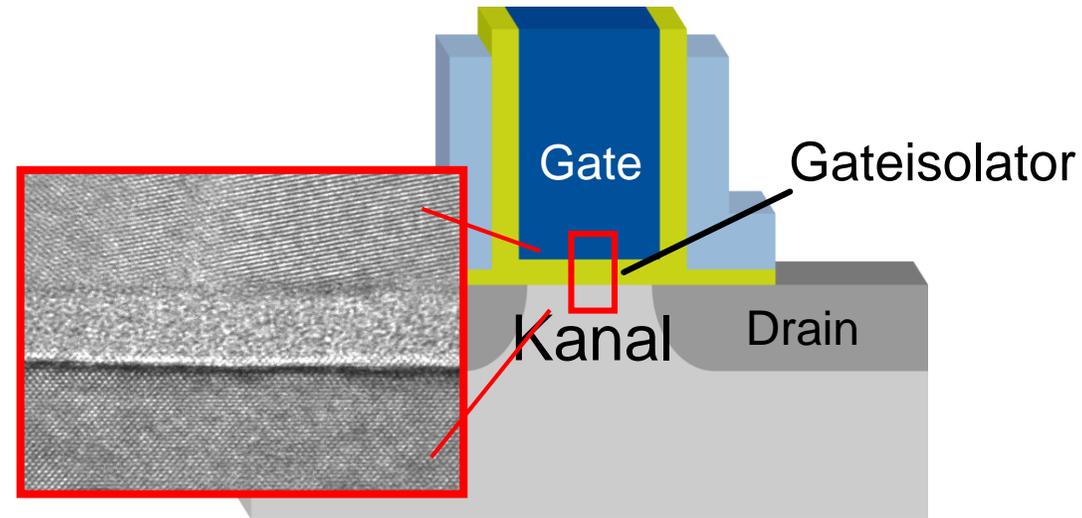


# Mehr Chips "made in Europe"



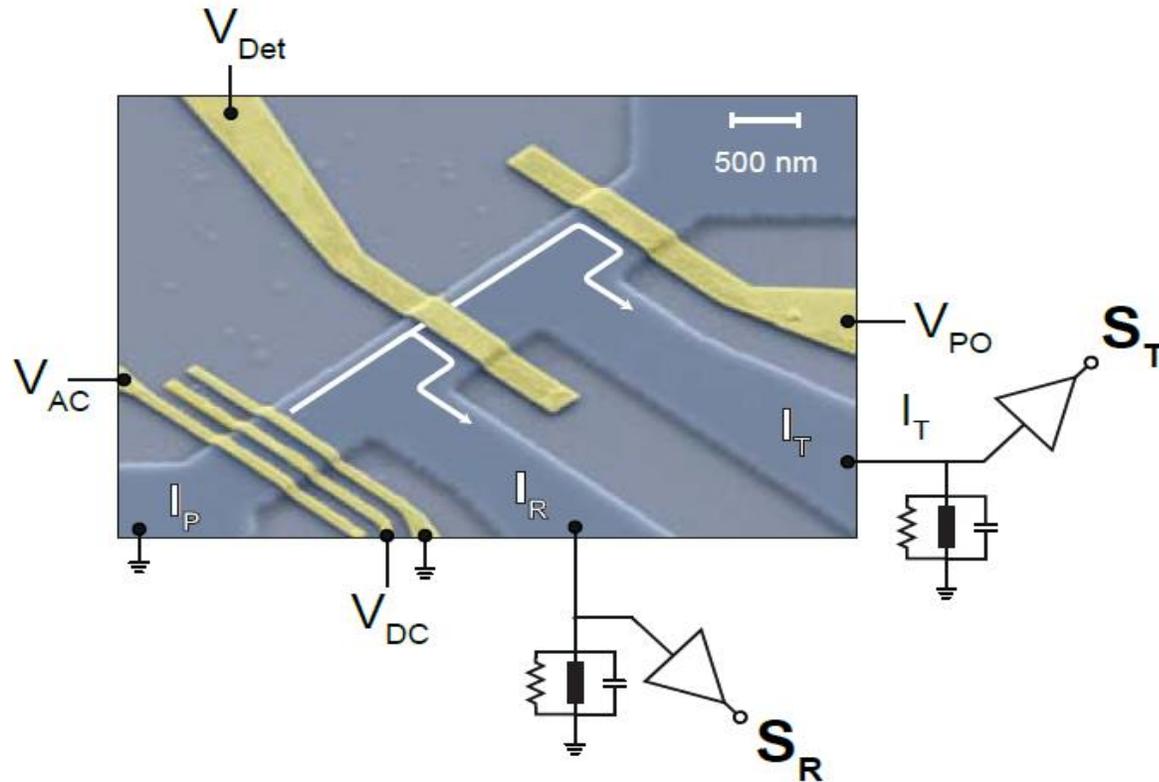
Quelle: tagesschau.de 19.04.2023

# Wir skalieren Transistoren....

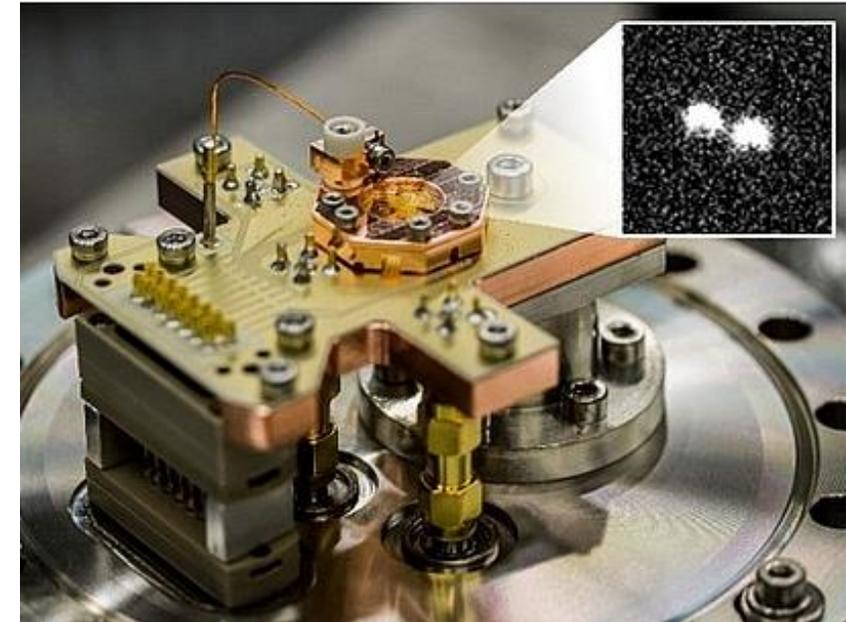


- ➔ heute: Länge  $< 22$  nm (wenige hundert Atome)  
Schichten mit wenigen nm
- ➔ Elektronik ist Nanotechnologie

# Quantenengineering



Elektron-Pumpe als Stromwaage



Quantencomputer mit gefangenen Ionen

# 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 m<sup>2</sup> Reinraum





# Studiengang Nanotechnologie

## Bachelor of Science



## Master of Science

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

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	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

1  
2  
4

# 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“	12 LP
3 Wahlpflichtmodule	35 - 42 LP
Wahlmodule	18 - 25 LP
Studium Generale	6 LP
Labore	12 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

# Berufsmöglichkeiten

*...sind die Märkte*



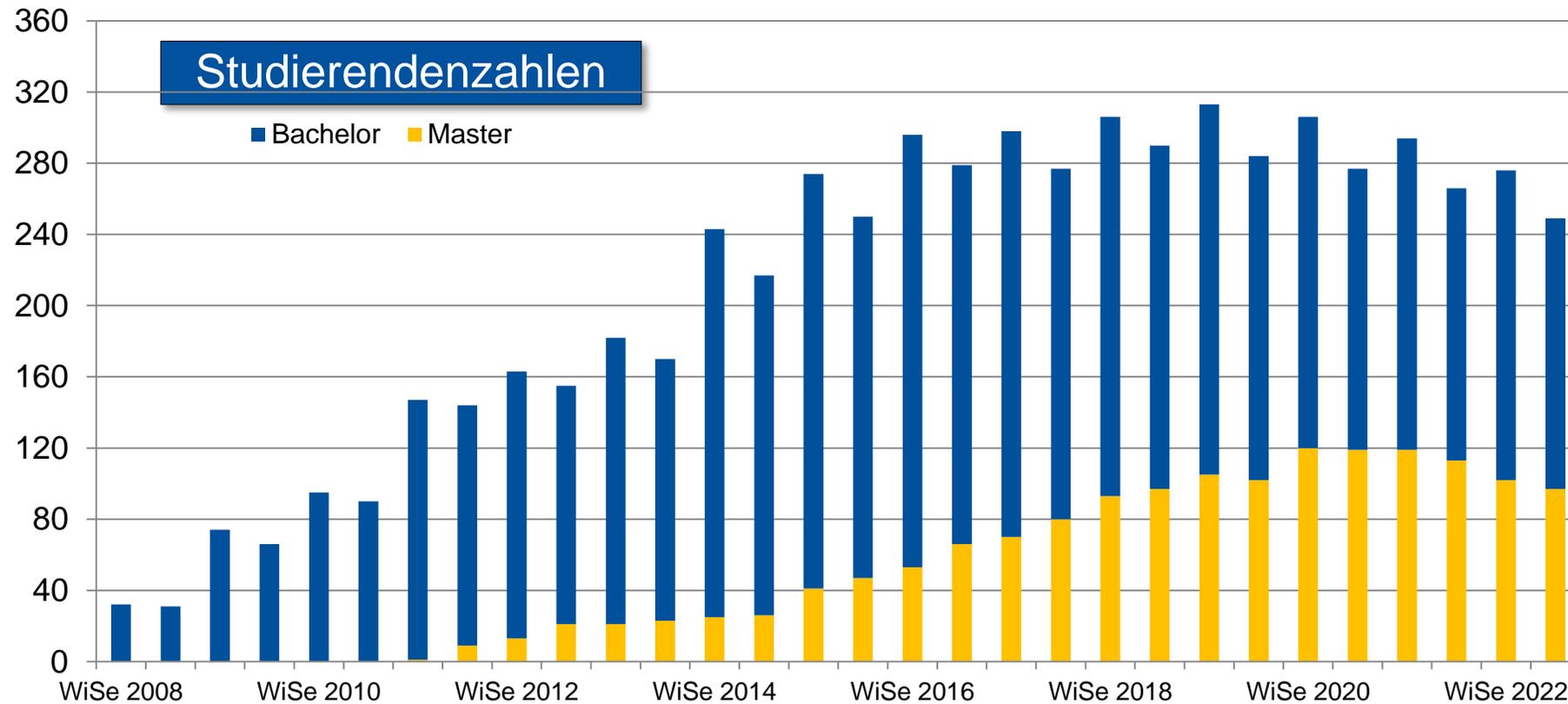
*...Andere Berufe*

*...und akademische  
Karriere*

*...und eigene  
Firma gründen*

Quelle: Hessen Nanotech 2007

# Studiengang Nanotechnologie



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

**Frauenanteil: 26 %**

# Mehr Infos zum Studiengang

▼ Fakultäten    für Beschäftigte    Suche    Kontakt    English

11  
102  
1004    Leibniz  
Universität  
Hannover

Universität | Studium | Forschung | Weiterbildung

🏠 Studium    Im Studium

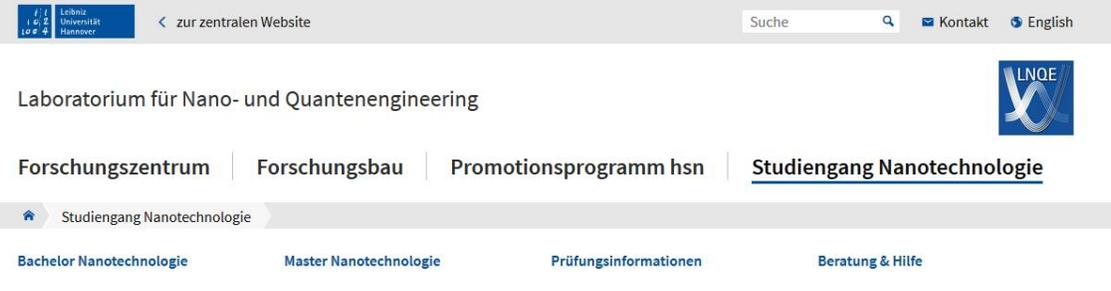
Start ins Studium	Prüfungsinfos & Fachberatung	Vorlesungsverzeichnis	Anerkennung & Anrechnung
Online-Dienste	Tipps & Werkzeuge	Studienorganisation	International
Campusleben & Engagement	Berufsorientierung & Praktika	Übergang Bachelor/Master	

## Im Studium



[www.uni-hannover.de/de/studium/im-studium](http://www.uni-hannover.de/de/studium/im-studium)

# Mehr Infos zum Studiengang



Leibniz Universität Hannover < zur zentralen Website Suche Kontakt English

Laboratorium für Nano- und Quantenengineering

Forschungszentrum | Forschungsbau | Promotionsprogramm hsn | **Studiengang Nanotechnologie**

Studiengang Nanotechnologie

Bachelor Nanotechnologie | Master Nanotechnologie | Prüfungsinformationen | Beratung & Hilfe

## 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](http://www.LNQE.uni-hannover.de)

Join our groups  
*Nanotechnologie der  
 Leibniz Universität Hannover*



# Kümmerer in der Studienkommission



Physik:  
Prof. Dr. Rolf Haug



Chemie:  
Prof. Dr. Franz Renz



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



Elektrotechnik:  
Prof. Dr.-Ing. Stefan Zimmerman

# Ansprechpersonen

## Studiengangskoordination

**Dr. rer. nat. Katrin Radatz**

Studiengangskoordination

TELEFON **+49 511 762 14594**

E-MAIL **radatz@maphy.uni-hannover.de**



## Fachberater & Bafög-Beauftragter

**Dr. Fritz Schulze-Wischeler**

Geschäftsführung

TELEFON **+49 511 762 16014**

E-MAIL **Schulze-Wischeler@LNQE.uni-hannover.de**



# Fachrat Nanotechnologie





Laboratorium für  
Nano- und Quantenengineering



Leibniz  
Universität  
Hannover



Christine Marachoris und Till Degenhardt

Fachrat Nanotechnologie  
Laboratorium für Nano- und Quantenengineering  
Leibniz Universität Hannover

# Der Fachrat

- Was ist das? Ein Gremium, welches eure Interessen vertritt
- Wer ist das? Motivierte Kommilitoninnen und Kommilitonen
- Was tut der?
  - Probleme aller Art lösen
  - Abgeordnete in die Studienkommission entsenden
  - Partys und Veranstaltungen organisieren
  - Orientierungswoche planen und durchführen



# Der Fachrat

Wie erreiche ich den? → [Fachrat.Nanotechnologie@Inqe.uni-hannover.de](mailto:Fachrat.Nanotechnologie@Inqe.uni-hannover.de)

→ Facebook



→ Instagram



Kann ich da auch mitmachen? JA!

# Die StuKo

- Was ist das? Ein Gremium zur Regelung des Studienablaufs
- Wer ist das? Studierende aus dem Fachrat (Mehrheit) und Professoren
- Was tut die StuKo? Entscheidet über SQ-Mittel und Änderungen in der Prüfungsordnung

# Was muss ich zum erfolgreichen Start an der Uni noch wissen?

- Habe ich meinen Uniaccount aktiviert?  
→ <https://login.uni-hannover.de/ui/>

## IT-Dienste ?

Die folgenden Zugänge sind bereits für Sie eingerichtet:

Dienst	Benutzername	Status	Aktionen
IdM / HIS		aktiv	Passwort ändern
WLAN / VPN		aktiv	Passwort ändern inaktivieren
WebSSO / OpenID		aktiv	Passwort ändern inaktivieren
E-Mail		aktiv	umwandeln in Mailbox inaktivieren

← eduroam

← Stud.IP

← SoGo

# Was muss ich zum erfolgreichen Start an der Uni noch wissen?

- Habe ich schon einen Stundenplan?

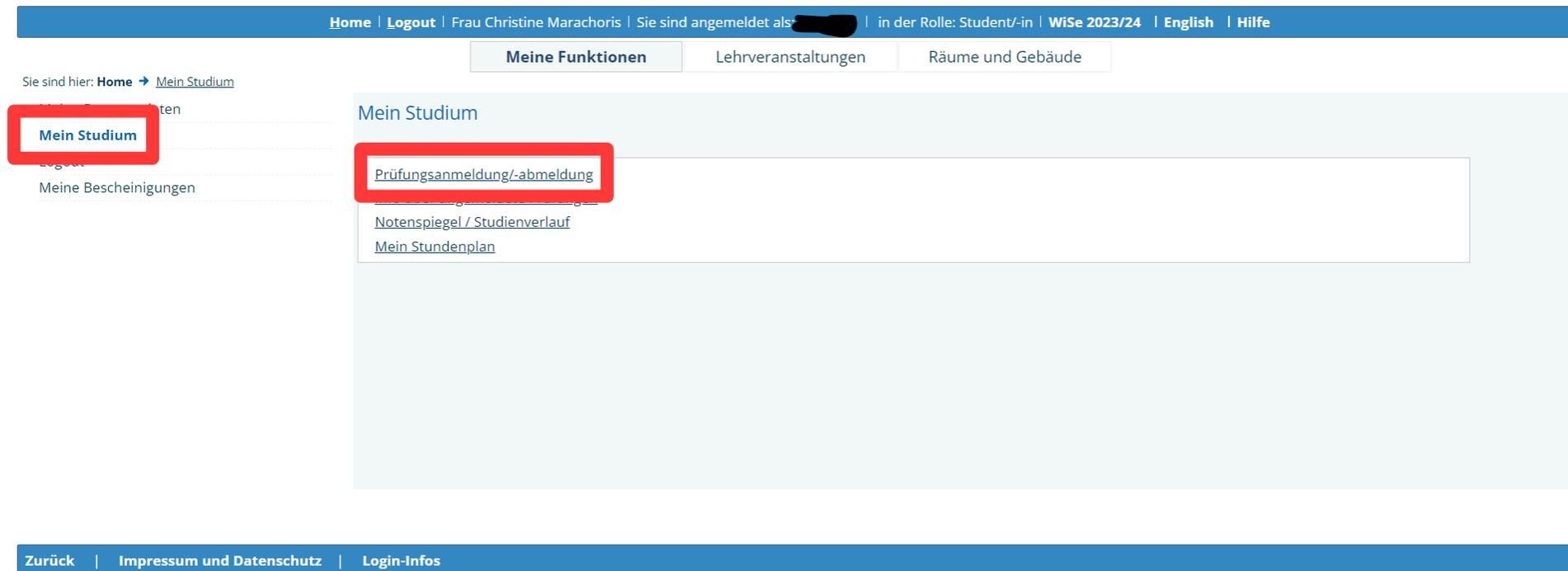
→ <https://studip.uni-hannover.de/dispatch.php/start>

The screenshot shows the Stud.IP interface for Leibniz Universität Hannover. The top navigation bar includes a search bar with the text "Was suchen Sie?", a user profile icon, and a notification icon. Below the navigation bar, there is a row of icons for home, calendar, search, and other functions. The search icon is highlighted with a red box. Below the navigation bar, there is a search bar with the text "Veranstungsverzeichnis" and a search button. The main content area shows the "Studienbereiche" section, which is also highlighted with a red box. The breadcrumb path is "Leibniz Universität Hannover / Vorlesungsverzeichnis WiSe 2022/2023 / Fakultät für Mathematik und Physik / Nanotechnologie / 1. Semester /". Below this, the "1. Semester" section is displayed, indicating that no further information is available at this level. The "Suche" section is also visible, with a search bar and a checkbox for "Erweiterte Suche anzeigen". The "Semester" section is set to "WiSe 2022/23".

# Was muss ich zum erfolgreichen Start an der Uni noch wissen?

- Wie melde ich mich für Prüfungen an?

→ <https://qis.verwaltung.uni-hannover.de/>



The screenshot shows a student portal interface. At the top, a blue navigation bar contains the text: "Home | Logout | Frau Christine Marachoris | Sie sind angemeldet als [redacted] | in der Rolle: Student/-in | WiSe 2023/24 | English | Hilfe". Below this, there are three tabs: "Meine Funktionen", "Lehrveranstaltungen", and "Räume und Gebäude". The main content area is titled "Mein Studium" and contains several links. The link "Prüfungsanmeldung/-abmeldung" is highlighted with a red box. Other visible links include "Mein Stundenplan", "Notenspiegel / Studienverlauf", and "Meine Bescheinigungen". A sidebar on the left also has a "Mein Studium" link highlighted with a red box.

# Was muss ich zum erfolgreichen Start an der Uni noch wissen?

- Habe ich WLAN?

→ [https://www.luis.uni-hannover.de/netz\\_wlan\\_wpa.html](https://www.luis.uni-hannover.de/netz_wlan_wpa.html)

## 2. AUTOMATISCHE EINRICHTUNG DES EDUROAM-ZUGANGS MIT- TELS CAT-TOOL

Mittels des eduroam-CAT-Tools oder alternativ der geteduroam-App ist eine einfache Einrichtung des eduroam-Zugangs auf nahezu allen Betriebssystemen möglich. Diese Möglichkeit sollte bevorzugt genutzt werden.

**Hinweis:** Die Dienste-Erweiterung easyroam (ein alternatives Angebot des DFN-Vereins) wird aktuell von der Leibniz Universität Hannover nicht unterstützt.

→ <https://cat.eduroam.org/>

# Was muss ich zum erfolgreichen Start an der Uni noch wissen?

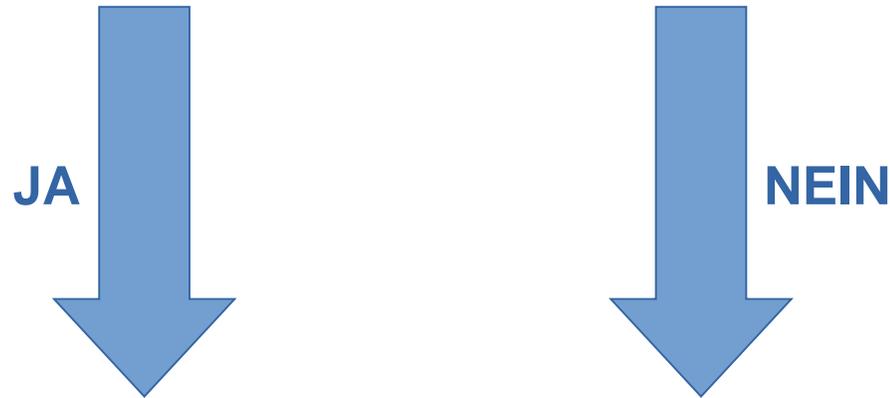
- Bin ich in der WhatsApp Gruppe und im E-Mail Verteiler?  
→ <https://bit.ly/Ersti-Gruppe23>



Die Liste für den E-Mail-Verteiler liegt  
aus

# Was muss ich zum erfolgreichen Start an der Uni noch wissen?

- Habe Ich schon Kontakte zu meinen Kommilitoninnen und Kommilitonen geknüpft?



**Erstsemesterrallye Donnerstag  
13:30 Uhr Treffpunkt vor dem LNQE**

# Wichtiges zum Start

- Kurs- und Modulkatalog
- Stundenplan
- Studienverlaufsplan
- Prüfungsordnung
- Erstsemesterbroschüre
- Für alle Kurse anmelden: StudIP!
- Prüfungen anmelden!!!
- [vorname.nachname@stud.uni-hannover.de](mailto:vorname.nachname@stud.uni-hannover.de)

[www.LNQE.uni-hannover.de](http://www.LNQE.uni-hannover.de)

Leibniz Universität Hannover

1 1  
1 0 2  
1 0 0 4

Leibniz  
Universität  
Hannover

1 1  
1 0 2  
1 0 0 4

Leibniz  
Universität  
Hannover

Zeitraum	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag
8:00 Uhr	10:00-10:30 Uhr 10:30-11:00 Uhr 11:00-11:30 Uhr 11:30-12:00 Uhr	10:00-10:30 Uhr 10:30-11:00 Uhr 11:00-11:30 Uhr 11:30-12:00 Uhr	10:00-10:30 Uhr 10:30-11:00 Uhr 11:00-11:30 Uhr 11:30-12:00 Uhr	10:00-10:30 Uhr 10:30-11:00 Uhr 11:00-11:30 Uhr 11:30-12:00 Uhr
10:00 Uhr	10:00-10:30 Uhr 10:30-11:00 Uhr 11:00-11:30 Uhr 11:30-12:00 Uhr			
11:00 Uhr	10:00-10:30 Uhr 10:30-11:00 Uhr 11:00-11:30 Uhr 11:30-12:00 Uhr			
12:00 Uhr	10:00-10:30 Uhr 10:30-11:00 Uhr 11:00-11:30 Uhr 11:30-12:00 Uhr			
13:00 Uhr	10:00-10:30 Uhr 10:30-11:00 Uhr 11:00-11:30 Uhr 11:30-12:00 Uhr			
14:00 Uhr	10:00-10:30 Uhr 10:30-11:00 Uhr 11:00-11:30 Uhr 11:30-12:00 Uhr			
15:00 Uhr	10:00-10:30 Uhr 10:30-11:00 Uhr 11:00-11:30 Uhr 11:30-12:00 Uhr			
16:00 Uhr	10:00-10:30 Uhr 10:30-11:00 Uhr 11:00-11:30 Uhr 11:30-12:00 Uhr			
17:00 Uhr	10:00-10:30 Uhr 10:30-11:00 Uhr 11:00-11:30 Uhr 11:30-12:00 Uhr			
18:00 Uhr	10:00-10:30 Uhr 10:30-11:00 Uhr 11:00-11:30 Uhr 11:30-12:00 Uhr			
19:00 Uhr	10:00-10:30 Uhr 10:30-11:00 Uhr 11:00-11:30 Uhr 11:30-12:00 Uhr			

Auf StudIP lässt sich individuell der Stundenplan zusammensetzen. Es wird dringend empfohlen, sich dort zu registrieren, da die Teilnahme an einigen Übungen der Anmeldung über StudIP bedingt ist. <http://www.studip.uni-hannover.de>. Die Termine der Übungen können unter individuellem Anmelden.

Die grau hinterlegten Übungen werden je nach individueller Uhrzeitgruppe vertezogen.

Stand: 26.08.2012



Erstsemester-Broschüre  
Nanotechnologie  
WiSe 2023/2024



Leibniz  
Universität  
Hannover

1 1  
1 0 2  
1 0 0 4

Leibniz  
Universität  
Hannover

1 1  
1 0 2  
1 0 0 4

Leibniz  
Universität  
Hannover

Kurs- und Modulkatalog

Studienführer für den Studiengang  
Nanotechnologie  
mit dem Lehramt-Option

Bachelor of Science  
Master of Science

Bachelorstudium Nanotechnologie (PO 2012)

	1. Semester	2. Semester	3. Semester	4. Semester	5. Semester	LP
Elektrotechnik und Informationstechnik	Grundlagen der ET I (6 ECTS) 6 LP	Grundlagen der ET II (6 ECTS) 6 LP	Grundstudium ET I 2 LP	Grundstudium ET II 2 LP	Informations- und Kommunikationstechnik 2 LP	21
Mechanik	Technische Mechanik I 6 LP	Technische Mechanik II 6 LP	Mikro- und Nano-mechanik 4 LP			16
Mathematik	Mathematik für Ing. I 10 LP	Mathematik für Ing. II 8 LP	Mathematik für Ing. III 8 LP	Mathematik für Ing. IV 8 LP		32
Physik	Physik I - Mechanik und Elektrodynamik 8 LP	Physik II - Optik, Akustik, Quantenphysik 8 LP	Physik III - Optik, Akustik, Quantenphysik 8 LP	Grundstudium Physik 4 LP		28
Chemie	Einführung in die Nanotechnologie 6 LP		Angewandte Chemie 10 LP	Physikalische Chemie I 6 LP		16
Carl-Neuberg				Angewandte Chemie I 6 LP	Technische Methoden 1 4 LP	4
WK Chemie				Angewandte Chemie I 6 LP	Technische Methoden 1 4 LP	10
WK Physik				Elektrotechnik und Messtechnik 6 LP	Einführung in FOP 2 LP	16
WK ET				Grundlagen der Elektrotechnik II (6 ECTS) 6 LP	Grundlagen der Elektrotechnik III (6 ECTS) 6 LP	12
WK MS				Grundlagen der Messtechnik (6 ECTS) 6 LP	Zusätzlich und Nanotechnologie 4 LP	16
				Werkstoffkunde 2 LP	Werkstoffkunde B und Prakt. 4 LP	16
				WK mit dem Master mind 10 LP		10
Spezialvorlesung (optional)				Grundstudium Fachbereich 3 LP	Grundstudium Fachbereich 4 LP	10
Fachpraktikum					Fachpraktikum 15 LP	15
Fachkolloquium					Fachkolloquium 2 LP	2
Diplomarbeit					Diplomarbeit 12 LP	12
LP	31	33	28			100

# Tipps!

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


**SPIEGEL ONLINE**
 DER SPIEGEL
 SPIEGEL TV
 
 Anmelden

Bitcoin-Millionärin erstellen!

**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.



Quelle: 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**